

AMSAT-F

La lettre de l'AMSAT-France

Numéro 7 : juin-juillet 2000

Sommaire

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'AMSAT FRANCE LE 21 OCTOBRE 2000 À 14 H 00

Editorial

Rapport Moral 2000

Bernard Pidoux (F6BVP)

Les statistiques de notre jeune association témoignent de son dynamisme : 500 membres, 203 inscrits sur la liste de discussion Internet, plusieurs messages quotidiens, une centaine de connexions par semaine sur le site www.amsat-france.org. Ces chiffres contrastent avec la désaffection constatée dans tous les pays au travers du nombre des membres des associations de radioamateurs. Même nos associations sœurs AMSAT-NA et AMSAT-GB souffrent de cette désaffection. Ceci ne doit pas nous surprendre dans la mesure où peu d'innovations ont été apportées ces dernières années dans les techniques pratiquées par les radioamateurs. Le tournant du numérique n'a pas été encore pris à part dans le paquet radio qui stagne cependant souvent en vitesse de transmission.

Dans ce contexte, quelle sont les raisons de notre relative prospérité ? Sans doute le choix délibéré d'une cotisation limitée qui ne doit pas être une barrière aux nouvelles adhésions. Probablement la fourniture régulière de la Lettre et du Journal de l'AMSAT France dont le contenu se veut varié et informatif. Enfin la fourniture de logiciels et de documentations traduits en français y sont aussi pour beaucoup, encore que nous ayons un peu relâché notre effort sur ce point cette année. Mais nous sommes en train de réactualiser le catalogue de la boutique de l'AMSAT-F.

Phase 3D, embroché sur sa rôtissoire, est prêt à subir les tests pré-vol

Certains des membres de l'AMSAT-F ont également mis à la disposition de tous les résultats de leurs études aussi bien électroniques que logicielles. De ce point de vue, notre association remplit bien son rôle de partage des ressources pour laquelle elle a été créée.

J'ai bon espoir que le prochain lancement du satellite Phase 3D (le vol Ariane 507 devrait survenir à partir du 28 octobre 2000) attire un grand nombre de radioamateurs vers les communications par satellite. En effet, depuis la disparition d'OSCAR 13, nous manquons de possibilités de communication en phonie ou CW par satellite à orbite haute. Je suis persuadé que l'AMSAT-F saura à cette occasion répondre aux nombreuses demandes d'information qui ne manqueront pas de surgir. Le dossier spécial Phase 3D que nous avons publié sera alors très utile.

Nous avons déjà parlé dans la Lettre n°5 du projet de micro satellite éducatif SATEDU 2000. Celui-ci a franchi avec succès la première année consacrée aux études initiales et la deuxième année verra sa réalisation proprement dite sous la responsabilité de Ghislain Ruy F1HDD secondé par Christophe Mercier et Jean-Louis Rault F6AGR.

Sur le plan international, vous avez été tenus informés du projet ARISS (Station Radioamateur permanente à bord de la Station Spatiale Internationale Alpha). La première phase est en cours de réalisation avec la mise en place à bord d'un équipement radioamateur portable et l'installation des antennes dans le module Russe. La sensibilité des OMs

européens pourra s'exprimer au travers d'un sous-groupe de travail qui regroupe des sociétés membres de l'IARU (REF, ARI, DARC, UBA) et les AMSATs correspondantes (AMSAT-Belgique, AMSAT-DL, AMSAT-France, AMSAT-Italie). Ce regroupement est destiné à donner plus de chance de réalisation de projets communs issus de pays européens. Il se fait sans obligation financière des associations membres d'ARISS Europe.

L'horizon 2000-2001 est donc favorable à l'activité radioamateur par satellite. Cependant un effort de chacun doit être fait pour amener de jeunes recrues qui seront l'avenir du radioamateurisme. Il faut participer à des actions sur le terrain au travers des salons, expositions, fêtes municipales. Dans ce sens nous avons repris contact avec l'ANSTJ (Association Nationale Sciences Techniques Jeunes).

Je souhaite que l'Assemblée Générale 2000 de l'AMSAT-France soit un succès et j'espère que nous aurons l'occasion de nous rencontrer nombreux sur le stand de l'association..

La vie de l'association

C. Mercier

Les mois d'été sont par définition toujours calmes, les différents membres actifs de l'association partant en vacances. Cependant pour l'AMSAT-France le mois creux a été le mois d'Août où le rythme des réunions hebdomadaires est tombé à zéro.

La rentrée a été consacrée à relancer la machine, à préparer la prochaine assemblée générale qui se déroule à Auxerre et à continuer le projet Satedu.

L'envoi de cartes QSL de Jean Pierre continue. Nous recevons toujours de nouvelles demandes.

➢ Equipement

Afin de répondre au besoin de programmer des Eproms pour les différents projets, L'Amsat-France s'est dotée d'un programmateur d'EPROM utilisable sur un bus parallèle de n'importe quel PC. Cet outil est à la disposition de l'ensemble des membres. Un service de programmation pourra être mis en place si des membres en font la demande.

➢ Manifestation

L'AMSAT-France à participé le samedi 30 septembre 2000 et le dimanche 1 octobre aux Journées des Associations de Rueil Malmaison. Elle participera aussi au Salon d'Auxerre le 21 et 22 Octobre prochains.

➢ Relatiosn ANSTJ/AMSAT-France

Le 13 juillet 2000, le secrétaire de l'AMSAT-France s'est rendu dans les locaux de l'ANSTJ pour participer à une réunion avec les animateurs du secteur Espace.. Cette rencontre s'est déroulée dans le cadre des réunions hebdomadaires de l'ANSTJ à RIS ORANGIS. Le but de cette dernière était d'établir un premier contact et de déterminer les axes possibles d'une éventuelle collaboration entre l'ANSTJ, secteur Espace (ANSTJ dans le reste du texte) et l'AMSAT-France. Ces contacts ont été initialisés suite au projet de la balise ballon et à la demande d'aide de l'ANSTJ pour la poursuite du ballon de Nantes.

L'intérêt d'une collaboration entre l'ANSTJ et l'AMSAT-France est de faire connaître notre activité auprès des jeunes.

Pour cela, il est nécesaire de prendre en compte la philosophie de l'ANSTJ ainsi que ses buts. L'objectif de l'ANSTJ est de faire découvrir et de réaliser des activités scientifiques dans une logique de projet (définition du projet, réalisation puis expérimentation), et dans un cadre réglementaire strict (l'encadrement ayant des accréditations, respect de la réglementation ...).

L'ANSTJ serait très intéressé que les radioamateurs puissent participer à la poursuite des ballons lancés dans le cadre de leur activité afin d'augmenter les chances de récupération. Une partie des objectifs des radioamateurs est l'expérimentation et le trafic radio. Il est donc nécessaire que l'ANSTJ permette aux radioamateurs de pouvoir non seulement entendre le ballon mais aussi décoder les informations et éventuellement les exploiter. Les émetteurs utilisés par l'ANSTJ sont fournis par le CNES et émettent sur 137 MHz et 137,950 MHz).

Il a été proposé que l'AMSAT-France soit l'interface entre le monde radioamateur et l'ANSTJ. Une procédure doit être définie dans les mois à venir.

Les expériences réalisées par l'ANSTJ demandent de plus en plus de bande passante que ne peut leur offrir leurs émetteurs actuels. L'ANSTJ serait intéressée de connaître quels sont les émetteurs existant sur le marché ou réalisables par les jeunes ainsi que les équipements de réception associés. Elle recherche notamment des émetteurs dont les caractéristiques (poids, consommation, fiabilité) soient proches de ceux utilisés actuellement.

Une action a été décidée afin de répondre à cette demande. Il est peut être possible que des radioamateurs puissent participer à des projets ANSTJ dans le respect de la réglementation afin de répondre à leur besoin. Cela favoriserait la promotion de l'activité radioamateur auprès des jeunes.

L'ANSTJ possède une baie de réception dans la bande des 137 MHz et serait intéressée par la réception de satellites méteo. L'Amsat-France s'est proposée de les aider à monter cette station de réception de satellites météo.

Cette première prise de contact est positive. La fin de l'année devra être mise à profit pour définir une coopération entre l'ANSTJ et l'AMSAT-France.

Comment nous joindre :

Secrétariat AMSAT-France:
14 bis rue des Gourlis,
92500 Rueil Malmaison
tph/fax : 01 47 51 74 24 (le soir / we)
Email : amsat-f@amsat.org

WEB : www.amsat-france.org

Permanence le dimanche matin de 10h30 à 12h30 au
Radio club F6KFA
1 et 1 bis, rue Paul Gimond,
92500 Rueil Malmaison
tph : 01 47 51 90 07

Comité de rédaction

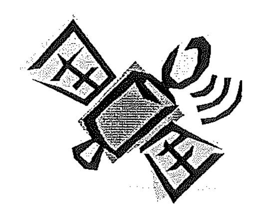
Directeur de publication : Bernard Pidoux

Rédacteur en chef : Christophe Mercier

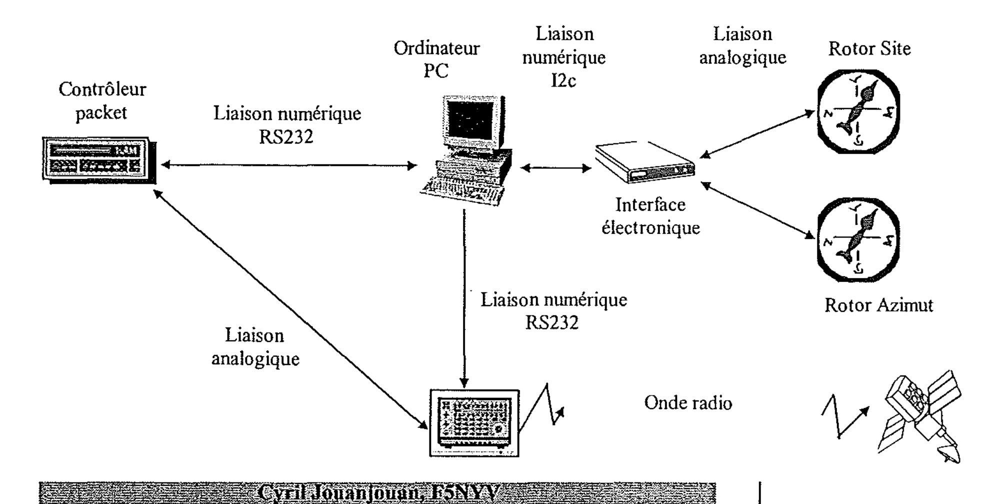
Comité de rédaction :

Cyril Jouanjouan, Jean-Louis Rault
Ghislain Ruy, Stephen Demailly
Fabrice Way, Bernard Pidoux
Christophe Mercier

Réalisation de l'asservissement de vos antennes et de votre TX avec le logiciel WISP



Eléments intervenant dans un asservissement de tracking satellites



Cyril Jouanjouan, F5NYV

A/ Introduction :

Le trafic satellite rend rapidement nécessaire un asservissement de ses aériens en site et en azimut avec la position du satellite. Plusieurs méthodes et matériels existent pour réaliser cela. Des solutions commerciales aux solutions amateur très professionnelles genre Trackbox ou carte Kansas city. Dans tous ces cas l'investissement pour voir un jour ses antennes tourner toutes seules est souvent assez important. Aussi me suis-je lancé dans la réalisation d'une interface électronique adaptée à mon matériel et pas trop chère ni trop compliquée à réaliser. Cette électronique est complétée par un petit logiciel assurant l'interface avec le logiciel de prévision satellites WISP 32 sur lequel nous reviendrons en fin d'article. Evidemment cet article est spécifique à mon matériel (rotors & TX Icom) mais sur le fond je pense que c'est une bonne base pour pratiquement n'importe quelle station.

Cet article se veut tout à la fois pédagogique (les grands principes de l'asservissement) et concret (solutions techniques choisies et opérationnelles chez l'auteur).

Quel matériel pour tracker un satellite :

Comme le schéma précédent le montre, il y a 5 parties distinctes à considérer dans le tracking satellites.

1. Tout d'abord, le PC. Celui-ci va supporter le logiciel WISP 32 que vous pouvez obtenir auprès de l'AMSAT-F ainsi qu'un logiciel particulier que j'ai développé (ROTORSAT). WISP 32 a pour fonctions de calculer les prévisions de passage des satellites ainsi que de gérer le protocole PACSAT. Il peut-être utilisé aussi bien pour des satellites phonie FM que packet-radio. ROTORSAT a pour fonction de piloter tout à la fois les rotors (asservissement) et le transceiver (compensation du doppler). Ma construction est basée sur un PC supportant Windows 95 ou 98 (je n'est fait aucun test sous NT).

2. Ensuite l'interface électronique. Celle-ci a pour fonction de commander les mouvements des rotors et de récupérer la position des rotors. Elle transforme ces signaux en version numérique afin de les envoyer vers le PC ou de les recevoir du PC. Dans ma réalisation la liaison numérique utilisée s'appuie sur le Bus I2c.

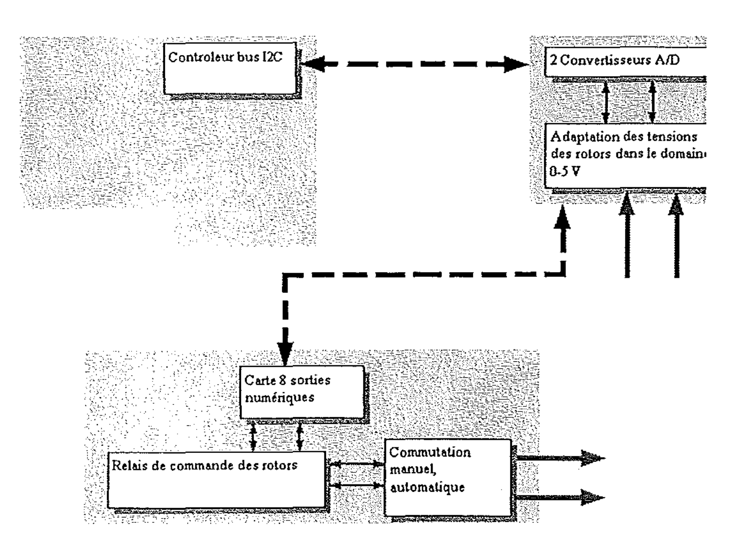
3. Puis les rotors. Ceux-ci peuvent être combinés (type G 5400) ou séparés, du même constructeur ou de constructeurs différents. Ma station comporte un rotor d'azimut CREATE RC5-1 et un rotor d'élévation YAESU G500.

4. Nous trouvons aussi le modem pour faire du PACSAT.

5. Pour terminer le pilotage du transceiver (toujours pour le PACSAT).

Nous allons passer en détail chaque partie, mais il est nécessaire avant tout d'avoir une vue de la solution utilisée. Le schéma bloc suivant décrit la partie commande des rotors de cette solution.

La contrôleur I2C est soit une carte ISA pour PC (Kit Elektor de janvier 1992) soit une interface sur port // (type schéma de Phillips). Le reste du matériel se trouve dans le boîtier d'interface.



En trait pointillé, la liaison numérique I2C.
En trait plein, les liaisons analogiques.

Description de la partie n°1, le PC, ses logiciels et ses interfaces :

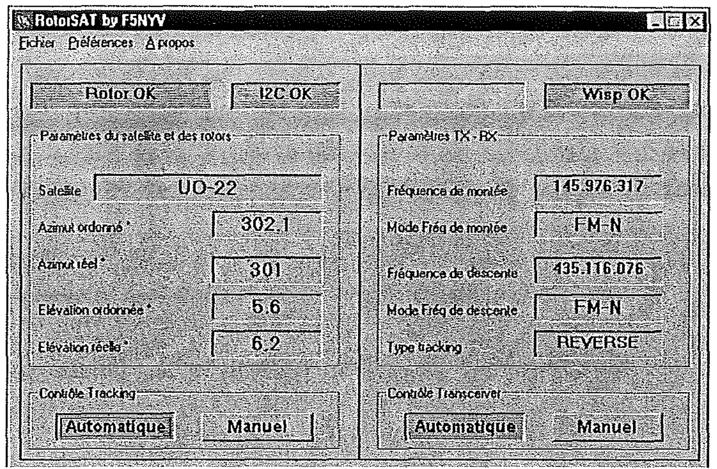
Décrivons maintenant le premier élément, à savoir l'ordinateur. Celui-ci est chargé de supporter le logiciel de Tracking satellites (Wisp 32 bits dans notre cas) qui va élaborer les directions d'antennes et calculer la compensation de l'effet Doppler. J'ai écrit un logiciel (ROTORSAT) qui va récupérer ces informations grâce à une liaison DDE avec WISP 32. La fréquence de communication est réglable de 3 s à 2 mn, mais une valeur de 5 s semble être le meilleur compromis (Cela dépend des satellites visés, orbite basse ou orbite haute).

Mon logiciel va ensuite se servir de ces informations pour :

1- Envoyer des commandes sur le Bus I2c grâce au contrôleur I2c pour lire la valeur de position réelle des rotors et donner des ordres de rotation si nécessaire.

2- Piloter par liaison série RS232 les fréquences du transceiver radio (Il s'agit d'un IC 821 H ; cela fonctionne aussi avec l'IC 820 et l'IC 970).

Aperçu du logiciel ROTORSAT lors d'un couplage avec Wisp 32:



Ce logiciel est très simple d'emploi. Les boutons Automatique/Manuel permettent de choisir si les rotors sont asservis et /ou si le TX est asservi. Le reste correspond à l'affichage en temps réel des valeurs fournies par Wisp 32.

Concernant le contrôleur I2C, j'ai opté pour la carte ISA (Kit Elektor de janvier 1992, dont le prix de revient est d'environ 170 F) Le schéma du kit Elektor n'est pas représenté ici pour des questions de propriété intellectuelle. L'avantage de la carte ISA est qu'elle n'utilise pas de port sur votre PC (Vous aurez besoin du COM 1 pour le TNC et du COM2 pour le pilotage TX), ni d'interruption (denrée encore plus rare que les COM, hi hi). Si vous avez un portable et que le port imprimante est disponible, vous pouvez utiliser l'interface type Phillips sur port //.

cet ensemble. N'hésitez pas à visiter son site à l'adresse **http://perso.club-internet.fr/mbouget/i2c.html** , tous les OM bricoleurs apprécieront le travail fourni.

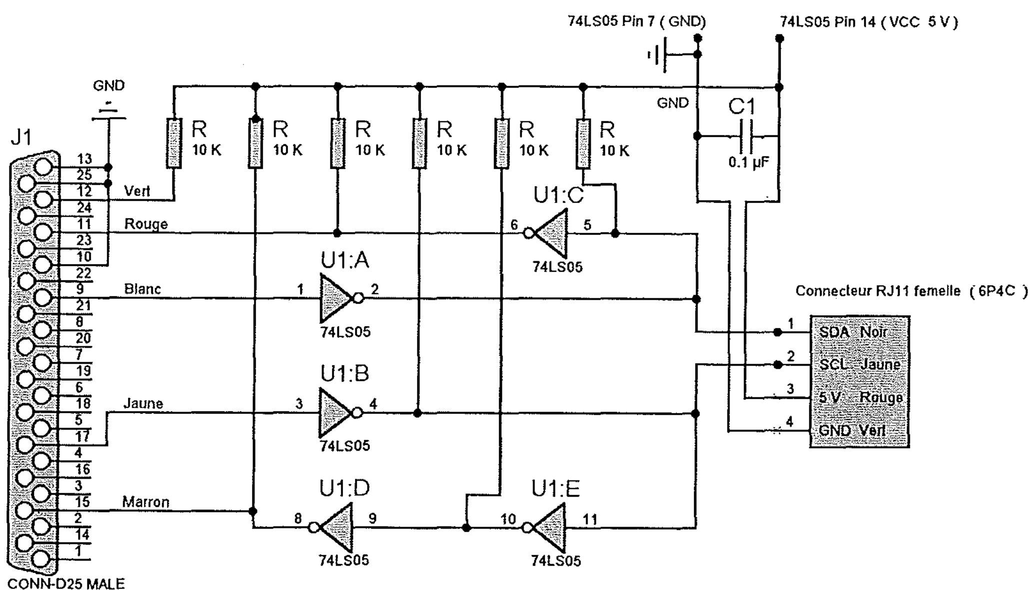
J'utilise cette bibliothèque pour commander des périphériques sur le bus I2C (Sorties numériques pour commander les rotors et Entées Analogiques /Digitales pour lire la position du rotor). La vérification de la position se fait toutes les 300 ms. S'il y a un écart de plus de 5° en azimut, et/ou de 3 ° en élévation, on va commander la rotation du rotor. Ces valeurs permettent de ne pas faire bouger les rotors par à coup trop souvent (cas sensible avec les satellites défilant) et limitent les oscillations des antennes.

J'utilise aussi une bibliothèque freeware pour avoir accès à des timers pseudo temps réel sous VB afin d'assurer un polling constant des entrées analogiques. Cette bibliothèque est disponible sur le site **www.mvps.org**.

Pour le pilotage du TX, il faut signaler que les TX ICOM sont difficiles à interfacer (tant en prix qu'en complexité). Pour ceux qui ont l'interface de chez ICOM, c'est déjà plus simple mais QSJ ++. Pour les autres qui veulent une solution simple et bon marché, je vous donne le schéma d'une petite interface qui fait l'affaire pour 30 F.

Comme vous le voyez, on fait appel au fameux circuit MAX 232. Cette interface adapte bien les signaux RS232 au niveau TTL du bus CI-V, mais n'assure pas la détection d'erreur et de collision sur le bus. En effet ICOM n'a pas utilisé une classique liaison série V24 avec un fil pour RX et un fil pour TX, mais un seul fil avec une gestion de BUS CSMA/CD. Cela leur permet de gérer plusieurs appareils sur ce bus. Dans notre cas, il n'y a qu'un seul TX et ce montage suffit amplement, le logiciel assurant par tempo la non collision sur le bus. Je suis ouvert à tout OM qui aurait un montage plus complet pour gérer matériellement la gestion du handshake.

Schéma de l'interface I2c sur port // (disponible sur son site FTP) ***(Schéma : (c) Philips Electronics)***



Ensuite, il faut se battre avec le protocole CI-V, car dans l'ICOM 821 H, il n'y a aucune commande pour passer en mode satellite reverse ou normal. Vous devrez donc le faire à la main avant de lancer ROTORSAT. Le logiciel changera ensuite successivement la fréquence MAIN et la fréquence SUB (qui sont inversées en mode SAT, et j'ai mis du temps à comprendre ça !).

Comme vous pouvez le constater, ce schéma est d'une simplicité biblique. J'ai cependant rencontrer des fluctuations dans les mesures A/N avec ce montage et je préfère utiliser la carte ISA. Je pense que cela est dû au problème d'alimentation signalé plus loin dans cet article.

Pour piloter ces contrôleurs, j'ai utilisé une bibliothèque (DLL windows) compatible 32 bits développé par Marc BOUGET

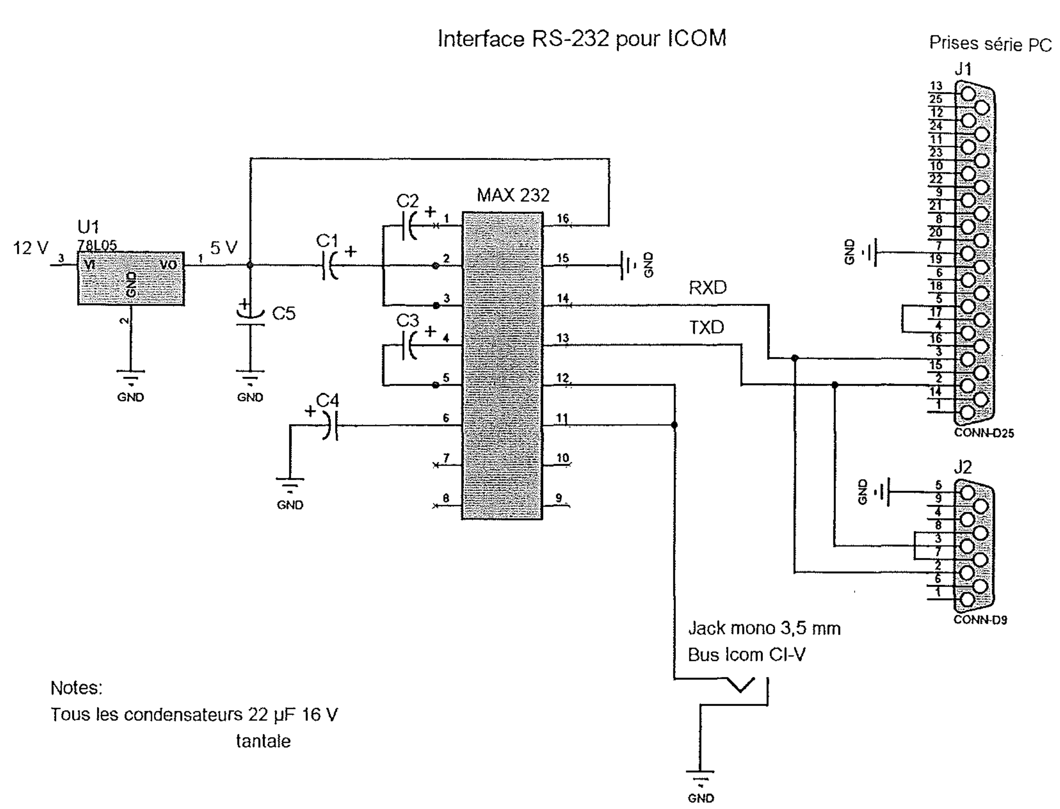
(**mbouget@club-internet.fr**). Cette bibliothèque disponible sur son site est très simple à utiliser et permet de commander le bus I2c avec une extrême simplicité. Je remercie d'ailleurs Marc pour l'aide qu'il m'a apporté lors de la mise au point de

➤ Description de la partie n°2, l'interface électronique :

Là on s'attaque au gros morceau. J'ai mis dans la même boîte les différents éléments permettant de passer du bus I2C à des signaux compatibles avec les rotors. L'ensemble comprend :

- une carte I2c 8 entrées/sorties à base du PCF 8574 pilotant en sorties 5 relais électromécaniques par l'intermédiaire d'un ULN 2803 (circuit spécial compatible TTL et relais).
- une carte I2c 4 entrées A/N 8 bits et une sortie N/A 8 bits à base du PCF 8591 . On n'utilise que 2 entrées A/N, une par rotor, le reste est à disposition.

- une platine relais supportant les 5 relais de commande des rotors (remplacent les boutons des boîtiers de commande des rotors). Deux relais (CW & CCW) pour l'azimut, deux relais (haut, bas) pour l'élévation, un relais pour choisir le mode automatique/manuel et piloter une LED en façade. J'aurai pu faire des commutations par transistors de puissance, mais les relais possédant plusieurs circuits de commutation m'ont permis de réaliser simplement une logique câblée empêchant de donner des ordres contraires de rotation aux deux rotors.
- une platine conversion des domaines de tension des rotors (6 V vers 5 V pour le GR 500 et 20 V vers 5 V pour le Create RC5-1). La conversion de tension est faite par ponts diviseurs.



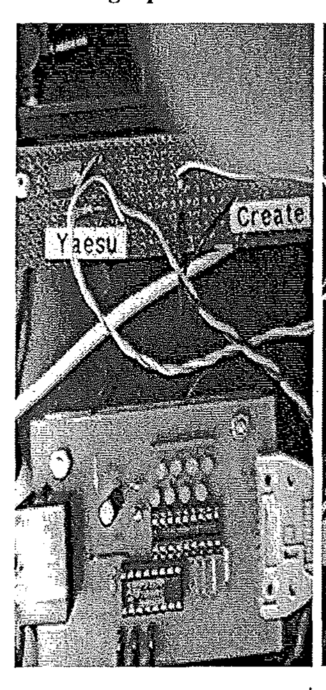
Les platines E/S et A/N ainsi que la carte ISA de contrôle du bus I2c sont disponibles sous forme de kit chez Selectronic à des prix très intéressants (la platine pour environ 100 F).

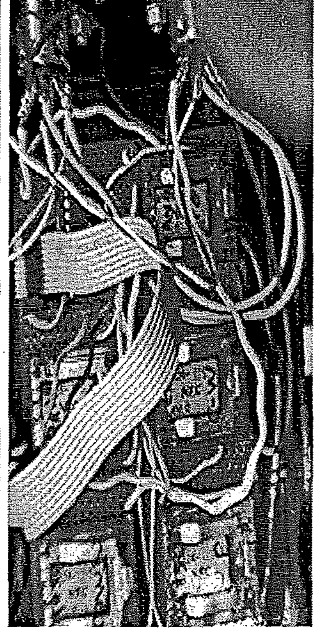
Comme on peut le voir sur les schémas suivants, l'adresse physique des circuits I2C est définie à l'adresse de base (A0 à A2 mis à la masse). La ligne 5 V issue du PC par le bus alimente les différents circuits I2C et le 2803. Les relais sont drivés par ce circuit 2803 qui intègre les diodes de roue libre et assure la commande par TTL de relais 12 V. L'alimentation des relais est fournie par un bloc secteur 12 V dont la masse est commune à celle du PC. Il faut noter qu'au départ j'alimentais ce montage avec l'alimentation du TX et qu'à chaque passage en émission, j'avais une modification de la valeur sur le convertisseur A/N. J'ai donc utilisé une alimentation distincte qui a réglé le problème.

La ligne /INT sur les deux circuits I2C n'est pas utilisés et est laissée en « l'air ».

Sur le circuit PCF 8591, la ligne 14 (V ref) est tirée au + 5V par une résistance et la ligne 13 (AGND) est reliée à la masse générale (PC et alimentation 12 V).

Photographie d'une des platines I2c
Photographie de la carte relais et des prises DIN





➤ Description de la partie n°3, la connexion aux rotors :

La connexion sur les boîtiers de rotors se fait par des prises DIN 6 broches (si possible d'orientations différentes afin d'éviter les mélanges). Pour donner les ordres au rotors, on redirige à travers ces fiches DIN les fils CW, CCW, UP et DOWN d'alimentation des moteurs (courant continu ou alternatif). Ces fils sont envoyés à travers la logique des relais et reviennent par les fiches DIN aux rotors. Par défaut en l'absence de courant sur le boîtier d'asservissement, les relais sont montés passants, ce qui permet de piloter ses rotors en manuel sans problème.

Les fiches DIN transmettent aussi les tensions du point milieu des potentiomètres de recopie des rotors. Ces tensions sont envoyées vers 2 ponts diviseurs comportant chacun un potentiomètre multitours de précision et une résistance 1%. Ces deux ponts diviseurs amènent les tensions dans le domaine 0-5 V afin que le circuits PCF 8591 puisse les mesurer.

Ce montage permet ainsi de s'adapter à tout type de rotor (continu ou alternatif). Il faut cependant noter que les tensions d'alimentation des potentiomètres de recopie sont souvent des tensions pseudo continues (redressement simple alternance dans le boîtier du G 500 par exemple). Il vous faudra donc modifier à ce niveau vos boîtiers de rotors sinon vous aurez des variations de mesures de plusieurs degrés dans la conversion A/N.

Schéma de la carte A/N avec les ponts diviseurs

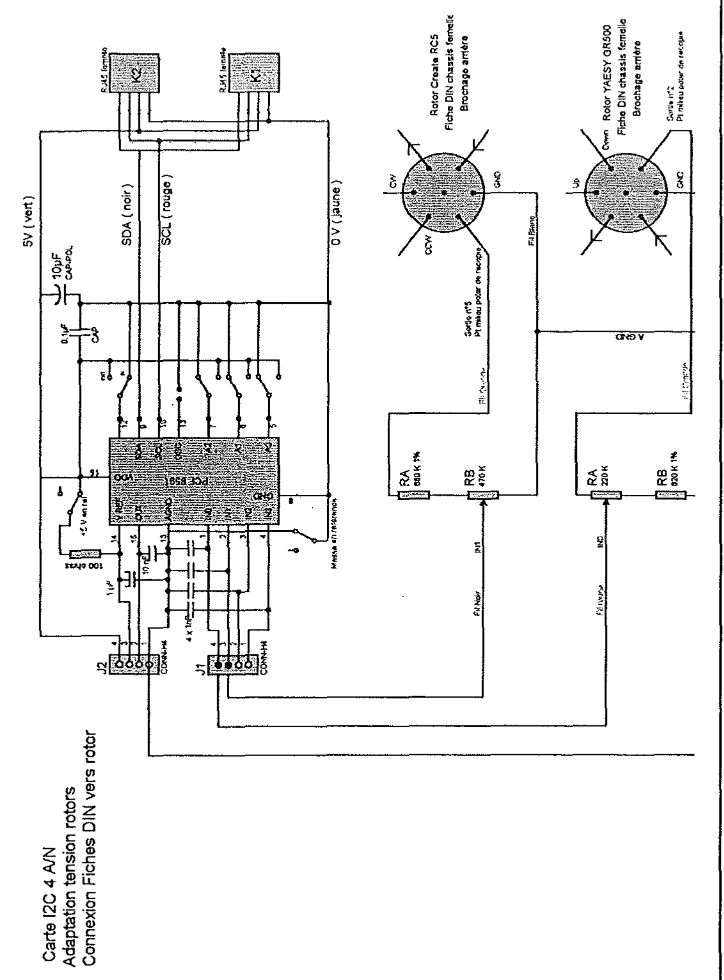
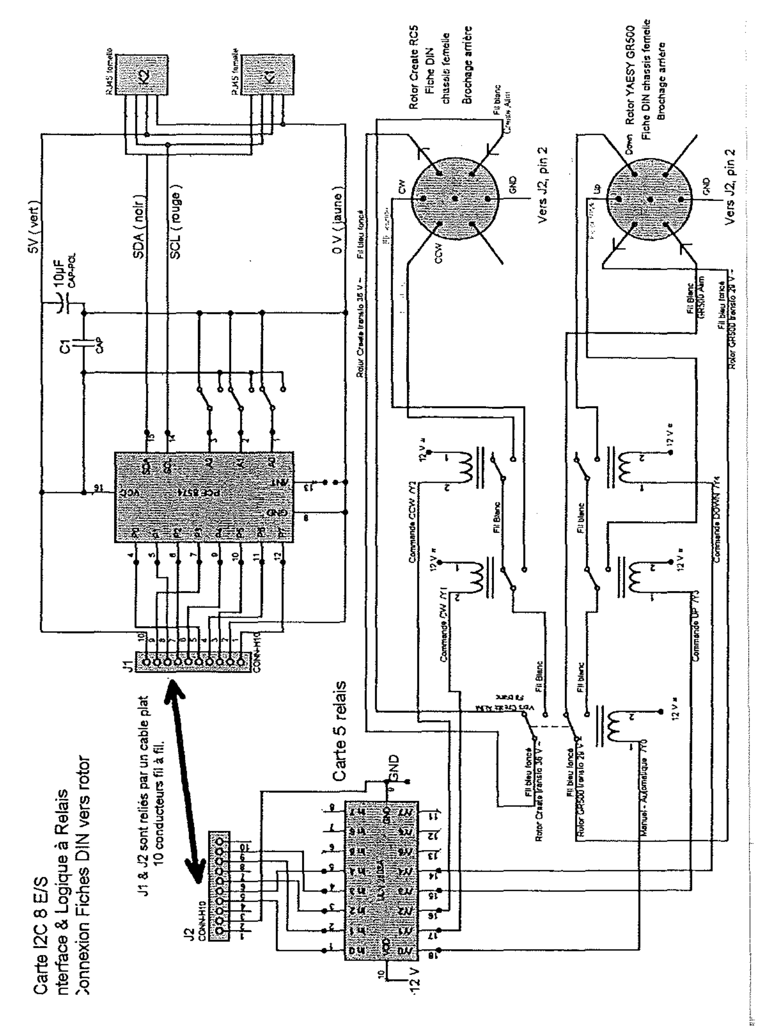


Schéma de la carte E/S avec la connexion au relais:



Quelle précision peut t'on attendre d'un tel système ?

Je dirais la précision nécessaire et suffisante pour faire du tracking satellite (pas de moonbounce). En effet la précision théorique d'un convertisseur 8 bits nous donne 256 pas de résolution soit pour le rotor de site 180/256 = 0,7 ° et pour le rotor d'azimut 360/256 = 1,4 °. A cette précision il faut ajouter la précision de calage de vos antennes par rapport au nord et par rapport à l'horizontale ! Et là, je peux vous assurer que par expérience, c'est souvent très flou. Passe encore pour l'horizontale, mais alors le nord avec une boussole c'est au moins 3 ou 4 ° d'erreur assurée[1]. Et pour terminer n'oubliez pas le jeu de fonctionnement de vos rotors qui n'est pas rattrapé quand vous changez de direction. L'utilisation de convertisseurs 10 bits n'est donc pas justifiée.

➢ Description de la partie n°4, le modem :

Cette partie est très simple, vous devez avoir un modem type G3RUH prévu pour faire du packet 9600 bauds avec mode KISS et FULL DUPLEX disponibles (les modems genre YAM ne conviennent pas). Vous connectez le modem sur le TX en utilisant les broches prévues à cet effet et vous connectez le modem au port série resté disponible sur le PC. Le modem doit être configuré en mode KISS. Sous WISP 32 vous devez indiquer sur quel port COM est branché le modem. WISP 32 se charge alors de commuter automatiquement le modem en mode KISS lors de l'arrivée du satellite. Si votre station est déjà opérationnelle en trafic terrestre 9600 bauds alors cela doit fonctionner du premier coup.

➢ Description de la partie n°5, le pilotage du transceiver :

Cette partie est globalement décrite à la fin du chapitre C (niveau logiciel et matériel). Il faut savoir que pour compenser l'effet Doppler, il est nécessaire de modifier en permanence les fréquences de montée et de descente sur le transceiver. Ces informations calculées par WISP 32 et fournies à ROTORSAT sont envoyées vers le TX par la deuxième liaison série à la fréquence de la liaison DDE (toutes les 5 s au minimum) .Je n'ai développé que le pilotage d'un IC 821H (ça doit marcher du premier coup avec un IC 820, ou un IC 970) car je n'ai pas d'autres matériels pour faire les tests.

➢ Conclusion :

J'espère avoir donné à certains l'envie de se lancer la création de leur propre interface de tracking. D'autres solutions existent sous forme de kit -être plus simples à implanter au niveau de votre station (voir le site AMSAT-F et les archives de la mail list AMSAT-F) , mais le plaisir de réaliser son propre système dans le plus pur esprit OM vous permettra de le contrôler facilement et vous serez sûr qu'il est adapté à votre matériel . D'ailleurs, je voudrais signaler aux OM intéressés par cette étude qu'il peuvent prendre contact avec moi pour obtenir de l'aide s'il veulent se lancer dans ce type de montage e-mail : **cyril.jouanjan@libertysurf.fr** ou courrier à l'adresse de la nomenclature.

Pour terminer je pense que des améliorations sont sans doute nécessaires afin d'obtenir un système plus professionnel, mais il faut noter que ce système tourne en permanence chez moi depuis plusieurs mois sans problème particulier.

[1] NDLR: L'idéal est d'utiliser la Lune comme cible !

SATEDU : les antennes.

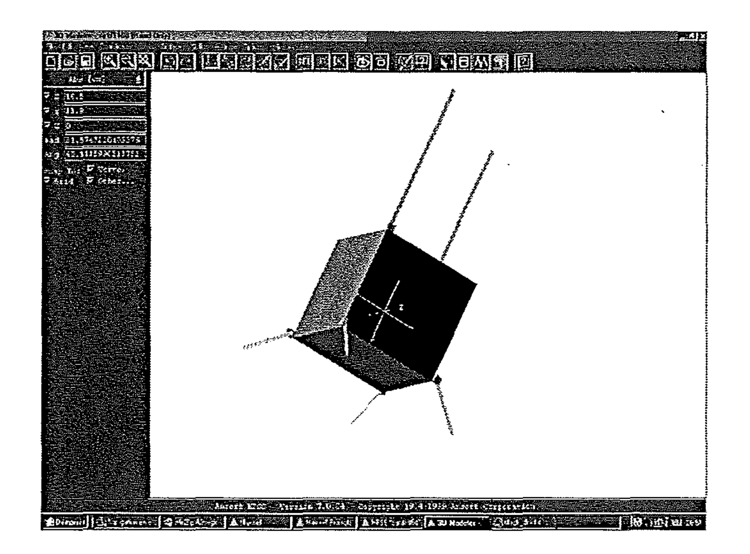
Ghislain Ruy ,F1HDD

Vous n'aurez dans cet article du JAF qu'une partie de la description de SATEDU. Celle-ci traite des antennes.

Bien que SATEDU puisse être stabilisé, il est prévu qu'il puisse fonctionner dans n'importe quelle attitude. Il est donc nécessaire que le diagramme de rayonnement des antennes soit relativement homogène dans toutes les directions aussi bien sur 146 que 436 et 2400 MHz.

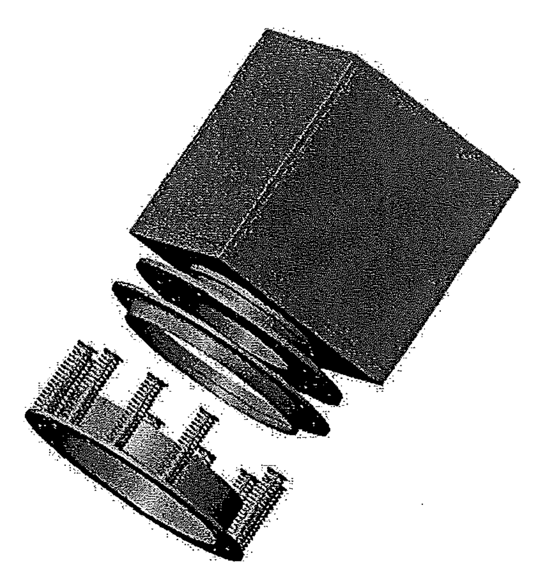
Ce n'est pas un but facile à atteindre et des compromis sont à trouver.

Les figures suivantes vous montrent la structure sans les antennes et la vue de modélisation pour la simulation par calcul. La structure est un cube (hors adaptateur Ariane5) de 30 cm de côté.



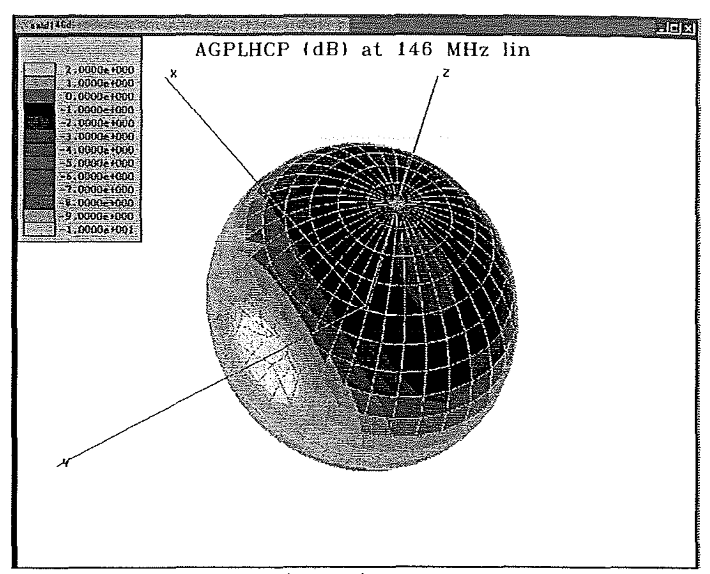
Seules les antennes 146 et 436 ont été traitées pour l'instant et sont présentées dans la suite de cet article.

Sur 146MHz, la solution retenue consiste à utiliser deux



monopôles ¼ λ alimentés en phase.

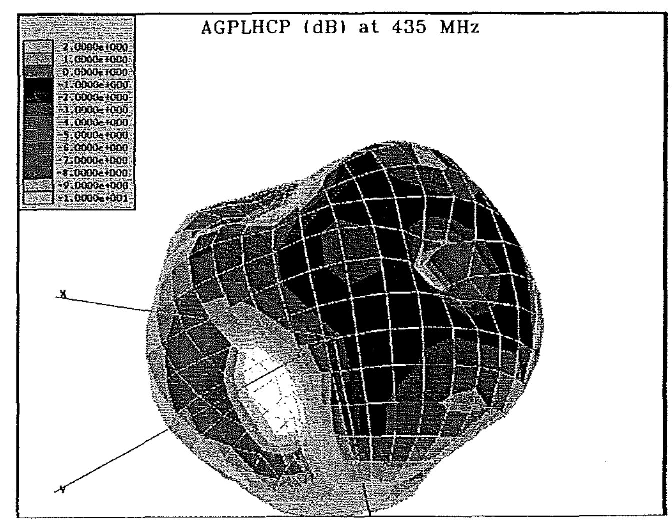
La structure étant du même ordre de grandeur que les monopôles, on obtient un diagramme de rayonnement typique d'un dipôle épais que la figure suivante montre bien. Dans cette configuration, le corps du satellite constitue la deuxième branche du dipôle. En utilisant un seul monopôle, comme sur les Pacsat par exemple, le diagramme de rayonnement est également un tore, typique d'un dipôle, mais plus étroit et donc moins favorable. Il eut été encore mieux d'utiliser 4



monopôles, mais l'encombrement et le masquage du panneau solaire supérieur deviennent gênants.

Pour les antennes 436 MHz, le problème est plus ardu et la solution est assez surprenante ou en tout cas non conforme à ce que nous dicte l'expérience commune.

La solution retenue consiste à utiliser 4 monopôles inclinés par rapport à la structure et alimentés *en phase* au lieu de la quadrature habituelle. Le diagramme de rayonnement est montré à la figure suivante.



Le diagramme de rayonnement est relativement symétrique autour de la structure bien que présentant des creux qui sont inévitables mais minimisés.

La polarisation circulaire est obtenue par l'écartement entre les monopôles et leur inclinaison par rapport à la structure. Cette disposition et l'alimentation retenue permettent d'obtenir un diagramme présentant les caractéristiques désirées.

Une autre caractéristique importante qui était recherchée dans la conception est l'isolation électrique entre les antennes 146 et 436 MHz. Compte tenu de la petite taille de la structure, ceci est un problème majeur qu'il est nécessaire de traiter afin de réduire les transferts de puissance de l'émission sur 146 vers la réception sur 436 MHz.

Avec la disposition retenue, l'isolation est d'au moins 24dB dans le pire des cas. La conception du filtre d'entrée 436 et du filtre de sortie 146 en est facilitée d'autant.

Les simulations ont été réalisées au moyen de HFSS de

Ansoft. Ce logiciel professionnel de simulation électromagnétique est extrêmement puissant et une licence temporaire a été accordée par Ansoft France pour sponsoriser le projet SATEDU, qu'elle en soit remerciée , ainsi que son directeur commercial, M. Brieuc Turluche, au travers de cet article et des résultats obtenus.

Les antennes 2400MHz sont encore en cours de conception et feront l'objet d 'un autre article de même que la présentation complète du projet.

Satedu état d 'avancement

Ghislain Ruy, F1HDD

SATEDU avance, pas aussi vite que nous le souhaiterions, mais il avance et l'année écoulée a été riche en enseignements et joies de tous ordres. Il y a eu des problèmes à résoudre, mais également beaucoup de travail et de succès.

L'ENIB de Brest, et son directeur F1BWD, ont achevé la maquette des récepteurs 436 MHz : de la HF à la BF sans aucun réglage !!! Ils attaquent l'émetteur 146 MHz cette année.

L'ENSSAT de Lannion a terminé le modèle de qualification du calculateur et le développement logiciel sera entamé dès ce mois.

Les écoles du réseau POLYMECA (St-Ouen, Besançon et Poitiers) ont travaillé et nous ont donné les plans d'une structure robuste, versatile et modulable, apte à garder notre électronique en bonne santé sur toutes les orbites envisageables et dans toutes les attitudes.

F6CGJ de Brest réalise les capteurs optiques. F5DKJ de Marseille travaille sur l'alimentation, F6HYT et son équipe de Montpellier ont validé les capteurs gyrométriques lors d'un vol sur l'Airbus 0G au mois d'avril et sont en train de réaliser une maquette du satellite afin de mesurer les diagrammes de rayonnement des antennes. Christophe Mercier étudie l'architecture du logiciel, F6AGR joue les barres de contrôle du réacteur et l'ensemble du team s'emploie à canaliser de l'énergie, écrire des specs et vérifier que tout s'emboîte à peu près bien !

Cette année, l'ENSICA de Toulouse et un de ses professeurs de mécanique, Yves Gourinat, rejoignent le projet et vont concevoir les modèles mathématiques du contrôle d'attitude ainsi qu'un dispositif de stabilisation basé sur un principe original. (mais … chut !)

Comme le dit F6HYT, un homme seul est en mauvaise compagnie, je ne puis qu'approuver cette maxime et vous dire de venir nous rejoindre dans le projet, vous vous enrichirez, nous serons exigeants (F1HDD est parfois pénible !) et nous arriverons à continuer la saga entamée par Arsène et les Spoutniks. Il y a encore du travail et des morceaux à réaliser.

Dans le proche immédiat, je recherche un OM pour écrire un petit logiciel de représentation d'attitude à partir des informations gyrométriques et optiques. (ce n'est pas compliqué, juste du changement de repère tournant, souvenirs de mathématiques terminales souhaités).

A bientôt à Auxerre.

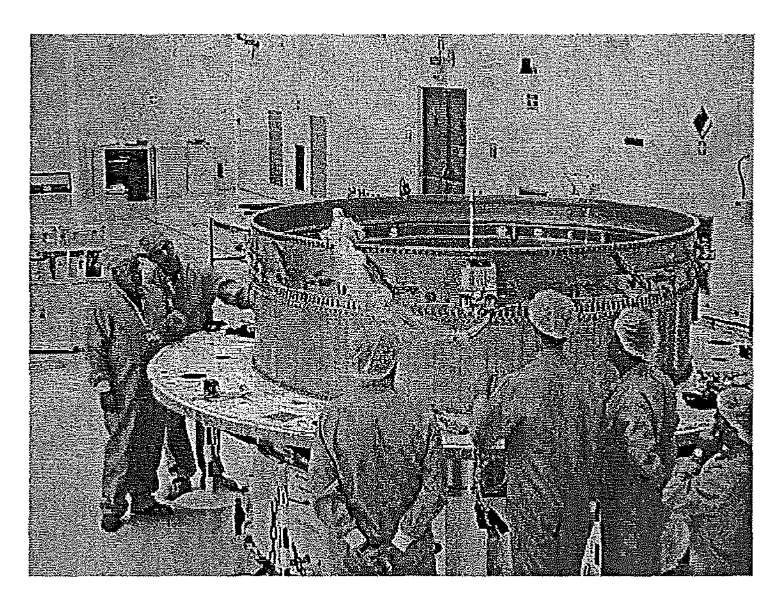
Phase 3D: la dernière ligne droite !

Jean Louis Rault, F6AGR

Après une mise sur orbite parfaite des satellites de communications Astra 2B et GE-7 par une Ariane 5 le 14 septembre dernier, Arianespace a confirmé l'embarquement de Phase 3D sur le prochain tir AR-507 V135 programmé pour fin octobre / début novembre prochain.



Kourou: convoyage du satellite vers l 'ensemble de préparation des charges utiles

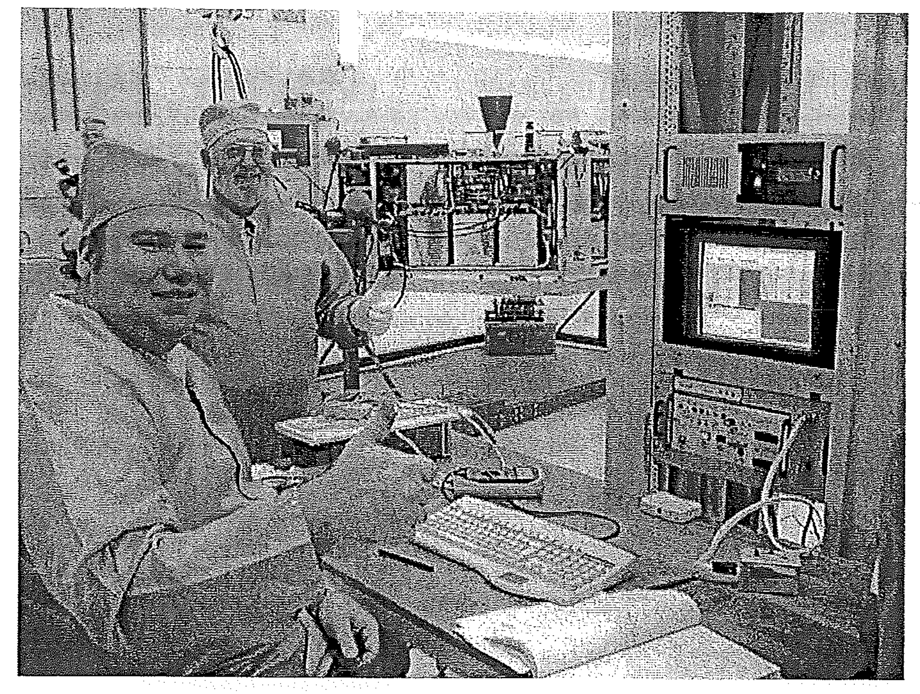


Interface mécanique SBS servant de jonction entre le satellite et le lanceur Ariane 5

Une équipe composée de membres des AMSAT allemande, américaine, belge et finnoise, menée par le chef de projet Peter DB2OS est donc à pied d'oeuvre à Kourou depuis mi-Septembre pour effectuer tous les préparatifs liés au lancement. Le satellite a été déballé, mis sous tension le 14 septembre et toute l'équipe travaille d'arrache-pied pour vérifier l'ensemble des fonctions embarquées. Tous les émetteurs et récepteurs couvrant l'ensemble des bandes amateur de 21 MHz à 24 GHz ont été vérifiés (seul l'émetteur 10 GHz de 6 W a causé quelque soucis, le transistor de puissance devrait être remplacé sous peu). Les fonctionnalités du système RUDAK, du calculateur de bord IHU-2 , de la caméra CCD YACE, du GPS, de l'expérience laser, etc ont été validées. Côté propulsion, des tests concernant l'étanchéité des circuits et la pureté des ergols sont menés et les dispositifs de régulation thermique sont en cours de réglage final.

Enfin, la grande couronne SBS servant d'interface mécanique entre le lanceur et le satellite a été entièrement contrôlée.

Les illustrations de cet article sont extraites du site Internet www.amsat-dl/launch/ qui propose une belle collection d'images qui s'enrichit régulièrement de nouveaux clichés.



Peter DB2OS et Lou W5DID:"Le calculateur IHU est bon pour le service ! "

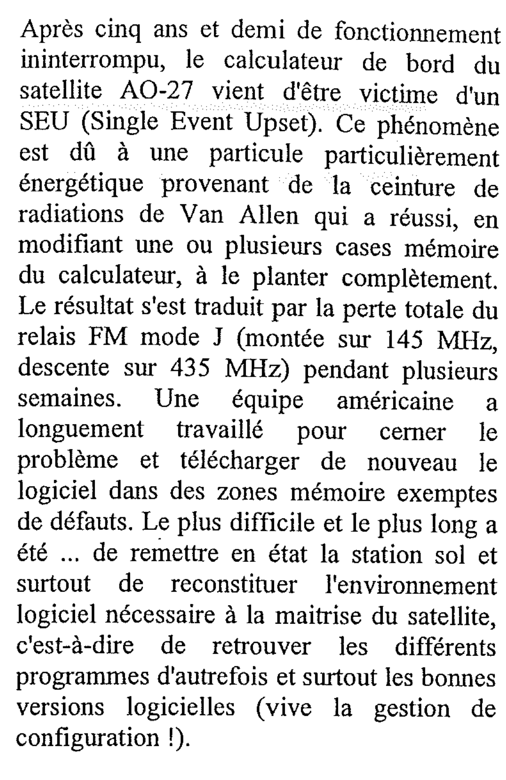
AO-27

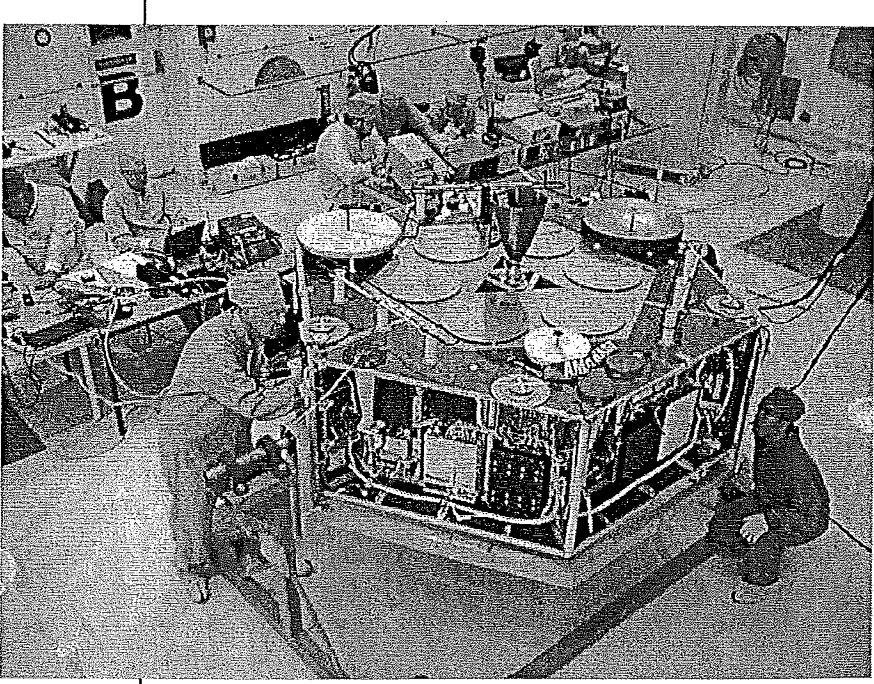
Jean Louis Rault, F6AGR

Après cinq ans et demi de fonctionnement ininterrompu, le calculateur de bord du satellite AO-27 vient d'être victime d'un SEU (Single Event Upset). Ce phénomène est dû à une particule particulièrement énergétique provenant de la ceinture de radiations de Van Allen qui a réussi, en modifiant une ou plusieurs cases mémoire du calculateur, à le planter complètement. Le résultat s'est traduit par la perte totale du relais FM mode J (montée sur 145 MHz, descente sur 435 MHz) pendant plusieurs semaines. Une équipe américaine a longuement travaillé pour cerner le problème et télécharger de nouveau le logiciel dans des zones mémoire exemptes de défauts. Le plus difficile et le plus long a été ... de remettre en état la station sol et surtout de reconstituer l'environnement logiciel nécessaire à la maitrise du satellite, c'est-à-dire de retrouver les différents programmes d'autrefois et surtout les bonnes versions logicielles (vive la gestion de configuration !).



Dick W4PUJ s'apprête à installer le moteur de 400 ewtons de poussée qui permettra à P3D de rejoindre son orbite finale par ses propres moyens





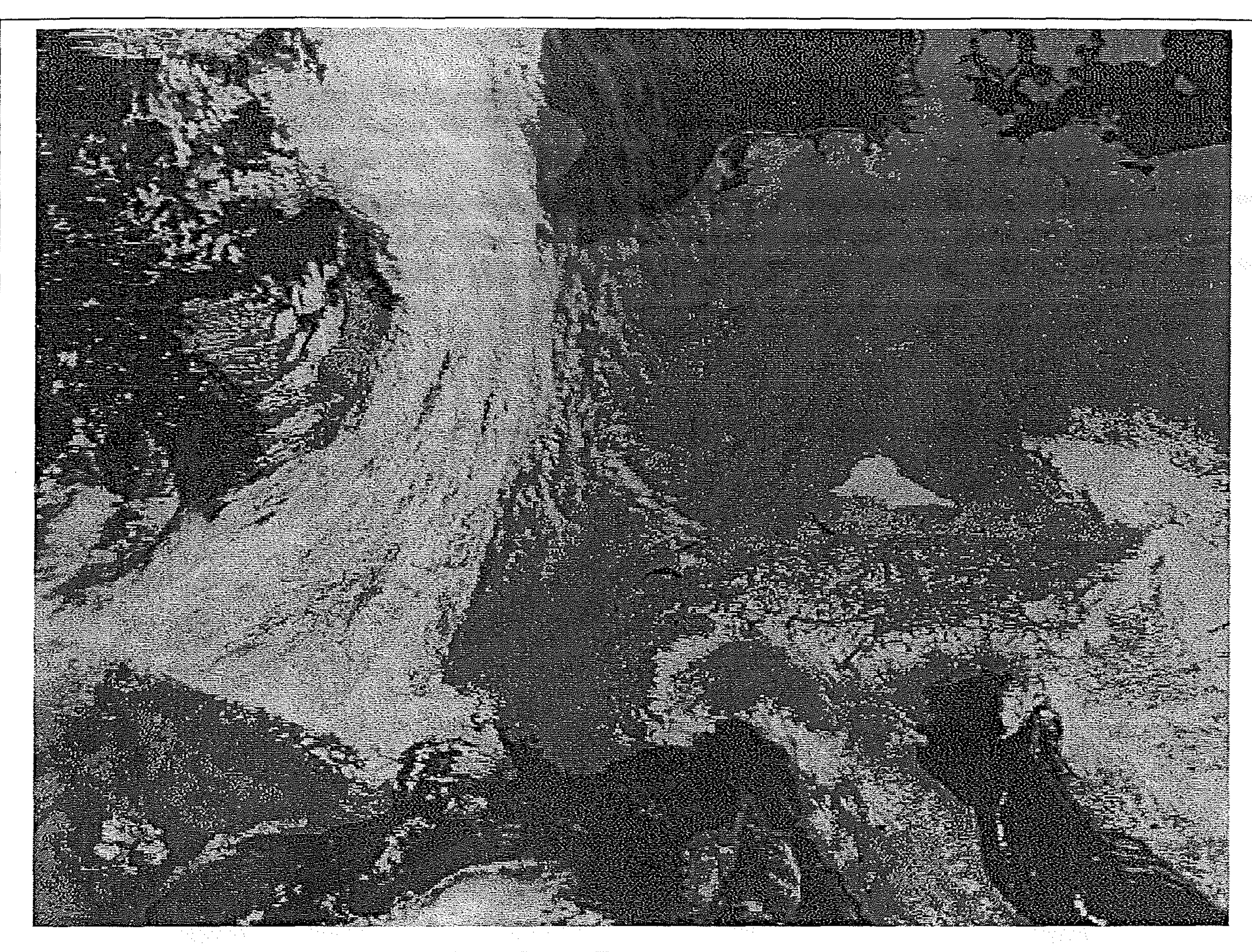
Tests fonctionnels de l'ensemble de la charge utile (600 kg, ergols compris!)

Un grand merci à Norbert FY1DW qui s'occupe professionnellement à Kourou des télémesures des lanceurs Ariane. A ce titre, il est aux premières loges pour suivre la préparation au sol de Phase 3D et tient informé l'AMSAT-France en "direct live", via Internet et même par téléphone, de l'état d'avancement et de tous les évènements marquants! Remercions également Peter DB2OS qui, malgré sa lourde charge de travail, prend le temps de dialoguer régulièrement avec nous.

NOAA-16

Jean Louis Rault, F6AGR

Alors que le satellite météorologique NOAA-15 présente en orbite des déficiences de fonctionnement prématurées, NOAA-L (qui prendra le nom de NOAA-16 à la fin de la recette en vol) a été lancé depuis la base de Vandenberg en Californie le 21 septembre dernier par une fusée Titan II. Rapidement opérationnel, il a d'ores et déjà été reçu en France sur 137,620 MHz. Un récepteur VHF FM simple (bande passante FI recommandée: 50 kHz) et un PC équipé d'une simple carte son suffisent, grâce à un logiciel gratuit tel que WxSat par exemple, de recevoir de magnifiques images dans le domaine visible et infrarouge.



L'image ci-jointe, prise en orbite polaire à 800 km d'altitude et reçue à Lorient par Jean F6HCC le 24 septembre dernier, tendrait à prouver que la Bretagne n'est pas TOUJOURS couverte de nuages ..

COLLIBRY 2000

Jean Louis Rault, F6AGR

Quelques rares informations filtrent sur le projet d'un satellite amateur actuellement en gestation dans une école scientifique de Russie. Le satellite Collibry 2000 devrait comporter un équipement 435 / 145 MHz et un diffuseur de messages sonores. Tiens tiens, un certain fabricant de montres suisses serait-il de la partie ?

Alimenté par des panneaux solaires, le satellite aurait une durée de vie estimée à 6 mois environ; il serait conçu pour être lancé en orbite basse à partir de MIR ou de la Station Spatiale Internationale (ISS).

ISS

Jean Louis Rault, F6AGR

Au cours d'une mission d'une douzaine de jours à la mi-septembre, la Navette Atlantis STS-106 a transporté 2 tonnes de fret à bord de la Station Spatiale Internationale. L'équipage américano-russe a ainsi pu livrer à bord du carburant, des vivres, des batteries, le système de toilettes, des outils, des purificateurs d'air, des générateurs d'oxygène , des moniteurs TV ... et un petit colis qui nous intéresse au plus haut point: le premier équipement radioamateur, dit de Phase 1 (mais pas de raton-laveur). Le premier équipage permanent qui prendra possession de la Station Spatiale en novembre prochain disposera donc d'un petit transceiver FM V/UHF, d'un système packet et d'un enregistreur vocal qui lui permettra d'émettre des bulletins vocaux de façon automatique sur les bandes amateur.

On notera que bien que l'ISS soit un modèle de coopération internationale, les Russes, les Américains et les Allemands se sont empressés, chacun de leur côté, d'attribuer à la station des indicatifs nationaux (RZ1, W et DJ). Y aura-t-il un jour à bord des douaniers en képi pour contrôler les passeports aux frontières placées entre chaque module composant la Station Spatiale??

SAUDISAT-1A/1B et TIUNGSAT-1

Jean Louis Rault, F6AGR

Le lancement des trois satellites radioamateurs SAUDISAT-1A et 1B (Arabie Saoudite) et TIUNGSAT-1 (Malaisie) prévu le 24 Août dernier en tir groupé a finalement eu lieu le 27 Septembre dernier.

Un ex-missile soviétique SS-18 reconverti à la vie civile s'est chargé de la mise en orbite en décollant depuis Baïkonour au Kazakhstan.

Les SAUDISAT-1A (descente sur 437.075) et SAUDISAT-1B (descente sur 436.775 MHz) devraient offrir un service packet en 9600 bauds et un répéteur FM monocanal mode J. Les fréquences de montée (VHF) seront divulguées après la recette en vol. Certains, dont G7UPN, de l'Université du Surrey mettent en doute la vocation réellement radioamateur de ces satellites. A ce jour (4 octobre), les SAUDISAT n'ont apparemment été entendus par aucun radioamateur.

TIUNGSAT-1 devrait opérer en FM et en FSK (à 9.6, 38.4, and 76.8 kBds) . Les fréquences de montée prévues sont sur 144.460, 145.850, et 145.860 MHz et celles de descente sur 437.300, 437.325, 437.350, et 437.375 MHz. Ce satellite comporte également un système de prise de vues (météo et sol) de la Terre. TIUNGSAT-1, en phase de recette en vol, a déjà été capté par de nombreux OM.

Voici un exemple de message reçu chez F6AGR le 3 octobre sur 437.325 MHz (Packet 9,6 kbds):

2:fm MYSAT3 to HITVER ctl UIv pid f0 - 01.01.70 21:49:33

OBC386: HIT V2.4 SYNC V1.3

2:fm MYSAT3 to SKED ctl UIv pid f0 - 01.01.70 21:49:34

Sked 1.5 File2:d Next:Wed Oct 04 00:00:00 2000

OPAL

Jean Louis Rault, F6AGR

La promesse de l'Université de Stanford (Californie) de laisser les radioamateurs accéder au satellite OPAL tarde à se concrétiser. Le détail du protocole qui permettrait d'accéder en packet 9600 bauds à certaines expériences technologiques embarquées n'a pas encore été rendu public. Après plus de 6 mois en orbite, les composants civils non durcis équipant le calculateur de bord (microprocesseur 68502 et RAM civile) résistent toujours vaillamment aux radiations particulièrement virulentes en cette période de maximum d'activité solaire. La balise packet est régulièrement active sur 437,100 MHz, et le satellite réagit toujours positivement aux demandes de connexion lorsqu'il passe au dessus de la France.

F0-20

Jean Louis Rault, F6AGR

Après plus de dix années de bons et loyaux services en orbite, les batteries Cadmium-Nickel du satellite japonais FO-20 commencent à présenter des signes de faiblesse. Lorsque le satellite passe dans l'ombre de la Terre toutes les quatre-vingt dix minutes environ, les batteries embarquées ne suffisent plus pour alimenter la charge utile et un dispositif automatique de protection coupe automatiquement le relais linéaire mode J . FO-20 ressort du coma dès qu'il est exposé aux rayons du Soleil, le trafic CW / BLU reste donc encore largement possible dans la journée.

Point sur le système GALILEO.

Ghislain Ruy, F1HDD

La présentation du système ne sera pas faite dans cet article qui ne traitera que des bandes de fréquences attribuées à la CMR 2000 qui s'est tenue à ISTANBOUL.

La CMR n'attribue pas de fréquences pour un système, mais pour un service. Dans les négociations préliminaires à la conférence, l'Europe a cherché à s'adjoindre le vote de différents pays afin d'obtenir le nombre de voix suffisant afin que de nouvelles bandes soient attribuées à la RadioNavigation par Satellite. Parallèlement à cela, l'Europe a déposé en décembre 1999 les caractéristiques de GALILEO auprès de l'UIT afin de profiter de la règle 'premier arrivé, premier servi'.

Tout ceci a pour conséquence que les nouvelles bandes attribuées sont en majeure partie affectées de facto à GALILEO. La planche suivante montre l'état des lieux.

Sur cette planche (figure 1) n'apparaissent pas les voies montantes du système. Elles s'étendent de 1300 à 1350MHz et de 5000 à 5010MHz.

Le système est prévu être opérationnel en 2008 avec un début de déploiement en 2005.

Contrairement au GPS, GALILEO fournira des indications de disponibilité et d'intégrité, principalement à l'usage de l'aviation civile. Cette caractéristique, que le GPS ne possèdera pas avant 2008, permettra de rendre beaucoup d'aéroports accessibles à la navigation internationale malgré une infrastructure faible. Très succinctement, l'intégrité est le complément de la fiabilité, il ne suffit pas d'avoir un système fiable et précis, il faut également savoir très exactement et très rapidement quand il ne fonctionne pas, le GPS n'offre pas cette fonctionnalité, ce qui en a jusqu'à présent limité l'usage en navigation aérienne.

Concrètement, qu'est ce que cette attribution de fréquences va signifier pour les radioamateurs ?

S'il s'avère que les récepteurs GALILEO sont aussi sensibles au brouillage que les récepteurs GPS, il est clair que toute émission sera impossible dans la bande 1.3GHz. Ce qui comptera alors sera le densité de puissance au sol, nous permettant sans doute de faire du service Espace-Terre, qui est d'ailleurs la conséquence directe de la CMR2000. Nos satellites pourront alors avoir de downlinks sur 23 cm.

En attendant, nous avons encore 4 ans devant nous, profitons-en avec P3D.

Fréquences pour la radionavigation par satellite
CMR-2000

Nouvelle fréquence pour le GPS
Nouvelles fréquences pour Galileo
L5
E5
L2
G2
E6
L1
G1
C1
Bande L5/E5
Bande L2
Bande E6
Bande L1
Bande C
1151 MHz
1164 MHz
1188 MHz
1215 MHz
1260 MHz
1300 MHz
1559 MHz
1610 MHz
5010 MHz
5030 MHz
Nouvelles bandes demandées pour la CMR-2000

LE NUMERIQUE ? MAIS C'EST TRES SIMPLE ! (en hommage à E. AISBERG).

Ghislain Ruy, F1HDD

➢ Les suites de nombre.

L'ADC nous fournit une suite de nombre binaires représentant le signal numérisé aux instants nT. (T=1/Fe, n entier >=0). Que peut on faire de cette suite ?.

Soit un signal sinusoïdal tout à fait banal.

*s(t)=A sin (2*pi*F*t);*

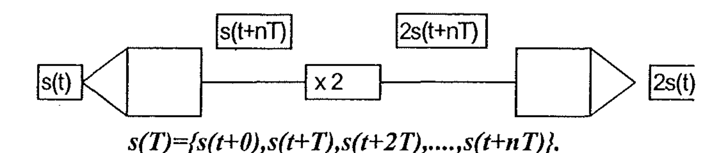
A son amplitude crête, F sa fréquence.

Multiplions le par 2.

*2*s(t)=2 A sin(2*pi*F*t).*

Son amplitude a doublé, c'est ce qu'aurait réalisé un amplificateur de gain = 6dB.

Numérisons ce signal au moyen d'un CAN à Fe (T=1/Fe). Nous obtenons une suite de nombres :



s(T)={s(t+0),s(t+T),s(t+2T),....,s(t+nT)}.

Multiplions chaque nombre binaire obtenu par 2, on obtient :

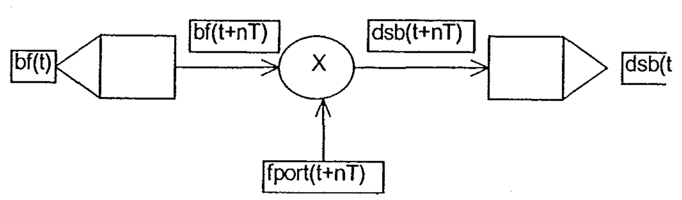
*2*s(T)={2s(t+0),2s(t+T),2s(t+2T),....,2s(t+nT)}.*

Envoyons cette suite de nombre à un CNA, et on obtient un signal reconstruit dont l'amplitude est double de celle du signal original.

C'est un amplificateur 'numérique' de gain=6dB. Cela peut paraître trivial, mais c'est fondamental.

Prenons un autre exemple.

Réalisons un modulateur DBL. On procède de la même manière. fport(t+nT) représente la suite des échantillons de la fréquence porteuse. On multiplie les échantillons deux à deux pour obtenir la suite d'échantillons dsb(t+nT) que l'on convertit en signal analogique dsb(t).



Donc,

dsb(t+0)=bf(t+0) x fport(t+0),
dsb(t+T)=bf(t+T) x fport(t+T),
dsb(t+2T)=bf(t+2T) x fport(t+2T),
etc...

En analogique, cette opération est réalisée dans un modulateur équilibré :

dsb(t)=fport(t) x bf(t)

(plus tous les produits d'intermodulation).

<u>En résumé :</u> on peut faire subir à la suite numérique le même traitement qu'en analogique.

➢ LE WATTMETRE ET L'ONDEMETRE.

Nous allons maintenant décrire la version 'numérique' de ces deux outils très pratiques et d'ailleurs obligatoires dans toute station d'amateur.

La puissance d'un signal, c'est sa variance, et qu'est ce que la variance ?

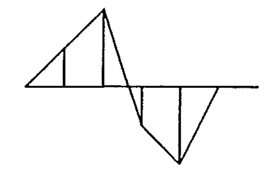
Pour les signaux qui nous intéressent habituellement :

$$\mathrm{var}[s(T)] = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{K-1} \{(t+nT)-\mathrm{moy}\}^2$$

Où :

s(T) : suite des échantillons du signal dont on veut mesurer la puissance (T=1/Fe).
K : le nombre d'échantillons dont on va se servir pour mesurer la puissance.
moy : la valeur moyenne des échantillons. (pour un signal centré sur 0 volts, elle sera nulle).

<u>Exemple :</u>



Soit la suite 0, 2,4,-2,-4,0 ; sa moyenne est nulle, la puissance du signal qu'elle représente est égale à :

P= 1/6 x ((0-0)^2+ (2-0)^2 + (4-0)^2 + (-2-0)^2 + (-4-0)^2 + (0-0)^2).

Il faudra évidement prendre assez d'échantillons pour qu'ils soient représentatifs du signal dont on veut mesurer la puissance.

<u>Exemple :</u> sinusoïde à 1000 Hz échantillonnée à 8000 Hz, il faudra mesurer sur 4 ech. au moins.(une demie sinus).

Pratiquement, dans l'ignorance du signal à mesurer, on en prendra beaucoup plus.

➢ Puissance du codeur.

C'est la puissance maximale du signal qu'il pourra 'passer' sans distorsion.

<u>Exemple :</u> soit un CNA de 8 bits signés, c.a.d. dont les entrées binaires peuvent prendre les valeurs comprises entre -128 et +127. Sa 'puissance' est égale à 128^2. Cela correspond à la 'puissance' du courant continu qu'il peut fournir, on prendra 0dB pour cette valeur. Pour le même CNA, une sinusoïde d'amplitude c.à c. 254 (-127 à +127) a donc une puissance (calculée à l'aide de la formule magique plus haut) de -3.115dB, ce qui correspond à la puissance efficace de cette sinusoïde.(Veff=Vc. / 2^1/2).

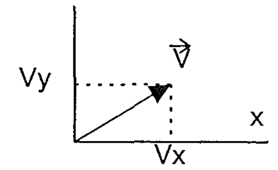
Il est évident que mesurer la puissance 'numérique' d'une sinusoïde n'a pas un grand intérêt - il suffit de connaître son amplitude -, dans le cas de signaux complexes -le bruit notamment-, c'est autrement plus utile.

➢ L'ondemètre.

➢ Comment mesurer le spectre d'un signal ?

Nous allons utiliser la transformée de Fourrier. C'est un outil mathématique très puissant dans le détail duquel nous ne rentrerons pas sauf pour en expliquer intuitivement le fonctionnement afin d'en éviter les pièges.

La TF nous permet d'obtenir la représentation spectrale d'un signal temporel et inversement. Comment fonctionne-t-elle ? Dans le plan, on peut décomposer un vecteur suivant deux axes perpendiculaires avec des unités de longueur. Pour le vecteur V, les composantes sont Vx et Vy.



La transformée de Fourrier ne fonctionne pas autrement, elle décompose un vecteur tournant (le signal) sur deux 'axes' 'perpendiculaires' (orthogonaux) qui sont les fonctions sinus et cosinus, dont on fait varier la 'fréquence'. On obtient donc deux coefficients (de sinus et de cosinus) pour chaque fréquence. Le coefficient du cosinus est la partie réelle du signal, le coefficient du sinus est la partie imaginaire du signal.

Exemple: soit un signal cosinusoïdal, infini dans le temps, de fréquence 0.2Hz, d'amplitude 1 et de phase nulle au départ du calcul. Appliquons la TF de f=0 à 1, le résultat donnera des coefficients nuls partout sauf une impulsion spectrale (une 'raie') à la fréquence 0.2Hz dont le coef du sinus vaut 0 (sa phase est nulle) et le coef du cosinus vaut 1.

On calcule alors l'amplitude du signal par

AMP= ((coef sinus)^2 + (coef cosinus)^2) ^0.5.

et sa phase par

PHASE= arctg(coef sinus / coef cosinus).

La TF 'analogique' est une intégrale, elle a son équivalent 'numérique' dont l'expression est :

$$S(j\Delta F) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \{ s(kT)\, e^{-2\, i\, PI\, k\, j\, \Delta F\, T} \}$$

Avec

□F, le pas de fréquence, T=1/Fe, (Fe : f.ech.),
i= racine carrée de -1,
j un entier allant de 0 à Fe/2□F,
et N le nombre de 'points' de la TFD. (D pour discrète).

Pour chaque valeur de j, on calculera la valeur de l'expression précédente.

Sans l'exponentielle complexe : Re = partie réelle, Im = partie imaginaire;

$$ReS(j\Delta F) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \{ s(kT) \cos(-2\ PI\ k\ j\ \Delta F\ T) \}$$

$$ImS(j\Delta F) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \{ s(kT) \sin(-2\ PI\ k\ j\ \Delta F\ T) \}$$

Ces deux expressions se calculent très facilement avec un ordinateur, mais il subsiste un inconvénient majeur : les temps de calcul sont longs et, pour tout dire, la TFD n'aurait pas été utilisable sans la mise au point d'un algorithme très puissant : la TF Rapide (FFT). Le gain en temps de calcul est colossal et rend la TF accessible au PC. L'algo. le plus connu calcule sur un nombre de points qui est une puissance de 2, la rapidité augmente si on prend des puissances de 4 ou 16, le gain n'est plus significatif au delà. Il existe aussi des algo de FFT moins rapides qui ne nécessitent pas des puissance de 2 ou 4, ils surpassent néanmoins la TFD. (FFT partielles).

Exemple : 486DX2-66

TFR radix 2 de 1024 points sur 40000 éch. : 3.5 sec.

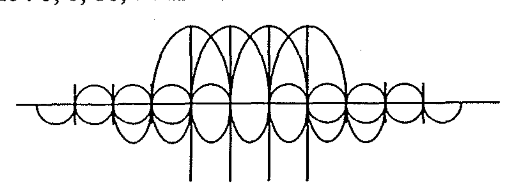
TFD identique : 148 sec.

On peut aussi calculer l'inverse de la TFD, c.a.d. partir du spectre pour retrouver le signal ou encore partir de la fonction de transfert d'un filtre pour en calculer la réponse impulsionnelle.

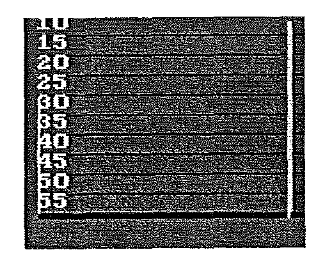
➢ Les pièges de la TFD (et FFT).

La TF décompose le signal avec une base infinie (sin et cos), les calculs pratiques se font évidement avec un nombre limité de points (echantillons). En raison des règles énoncées plus haut, cette troncation du signal dans le temps va amener des distorsions sur le spectre calculé. On y remédie par le *fenêtrage*, lequel introduit à son tour des inconvénients que l'on traite par le *recouvrement* des blocs d'échantillons.

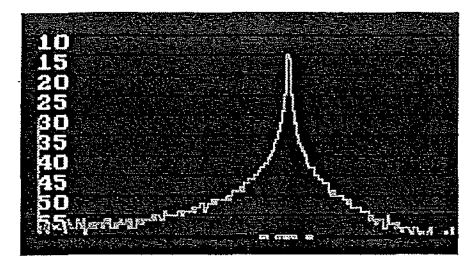
Prenons une sinusoïde échantillonnée à 8000 Hz et effectuons une TFD de 1000 points. La résolution en fréquence sera de 8Hz (je vous laisse deviner pourquoi). La limitation du nombre de points à 1000 implique (mathématiquement) que les échantillons en dehors de cet intervalle sont nuls. Du point de vue du signal on a une impulsion rectangulaire de 1/8 seconde. (1000 T). Cette impulsion a une largeur spectrale de Fe/1000 et la forme de son spectre est en sin(x)/x. La TFD se comporte donc comme une série de filtres en sin(x)/x espacés de Delta F et centrés en 0, ΔF, 2ΔF, 3ΔF, 4ΔF,...; dans l'exemple : 0, 8, 16, 24 Hz ...



Si notre signal sinusoïdal se trouve exactement en nΔF (24Hz p.e.) il apparaîtra comme une belle 'raie', la réponse des autres filtres étant nulle en nΔF.



En revanche, si la fréquence de notre signal est, au pire, à mi chemin entre deux filtres (28 Hz p.e.), voici ce que nous verrions: (l'amplitude est à -3dB / au spectre précédent).



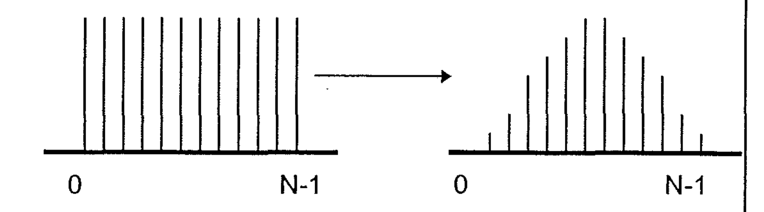
Et pourtant, c'est le même signal tout aussi 'propre'. Cette apparence est due au fait que la réponse des autres filtres n'est pas nulle en dehors de nΔF et chacun affiche donc l'amplitude du signal dans sa BP à sa fréquence nominale.

Pour diminuer cet inconvénient, il nous faut donc des filtres dont la réponse n'est plus en sin(x)/x, mais avec une forme comportant moins de lobes secondaires. Comme cette forme en sin(x)/x est due au découpage 'abrupt' du signal en blocs rectangulaires, trouvons donc un découpage 'doux'. Les fonctions qui permettent cela sont HAMMING, HANNING, BARTLETT, etc....

La fonction la plus connue est celle de HAMMING, :$s_{Hk}(x)=s_k(x)$ (0.54 - 0.46 cos(2 pi k/n)).

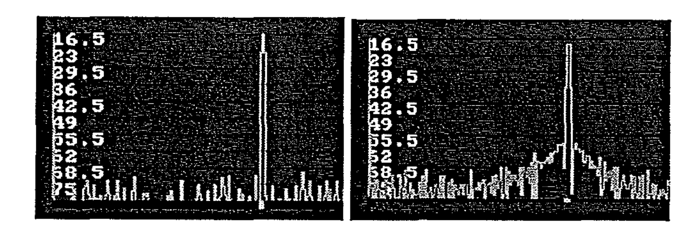
n le nombre d'échantillons, k, l'indice de l'échantillon.

On transforme le bloc d'échantillons en un autre bloc sur lequel on procède à la TFD.



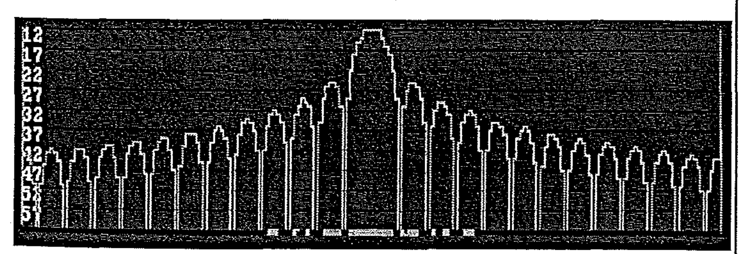
La largeur de la fenêtre passe à 2ΔF et les lobes secondaires sont inférieurs à -40dB. L'erreur d'amplitude est de 2dB au maximum.

Avec le fenêtrage, la représentation des deux signaux précédents devient :

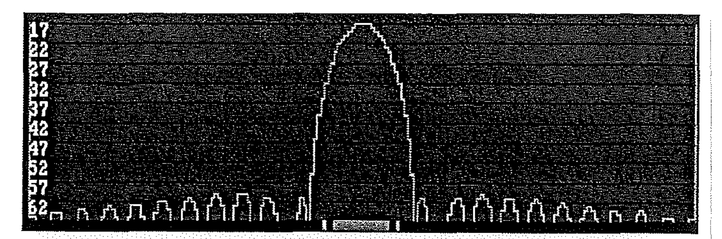


Forme des fenêtres :

1, en sin(x)/x



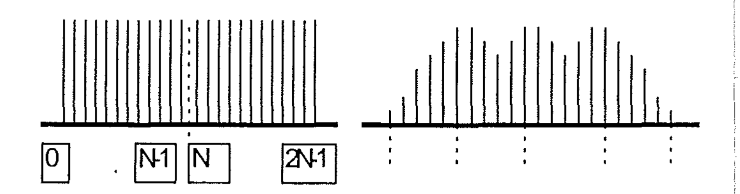
2, fonction de HAMMING



On observe bien la diminution des lobes secondaires et l'augmentation de largeur du lobe principal. (l'ordonnée est en dB).

La perte de 5dB (app.) est due à la réduction de l'amplitude des échantillons par la fonction de HAMMING et correspond exactement à la différence des surfaces entre l'impulsion rectangulaire et l'impulsion de HAMMING. Il suffit d'en tenir compte dans la représentation.

Il reste un problème à traiter : si une impulsion relativement courte se trouve au centre du bloc traiter, elle sera correctement représentée en amplitude, mais si elle se trouve au début ou à la fin, ou, pire encore, entre deux blocs, son amplitude ou son spectre seront considérablement altérés (la difficulté est identique sans fenêtrage). Ce problème est résolu par le recouvrement de bloc.



Exemple : soit une TFD de 1000 points. Sans recouvrement, nous traiterons les blocs d'éch. d'indice :

0-999, puis 1000-1999, puis 2000-2999 etc... Avec le recouvrement nous traiterons : 0-999, 500-1499, 1000-1999 etc... Dans le cas du fenêtrage de HAMMING, ce recouvrement par moitié est un bon compromis entre exactitude et temps de calcul.

On peut s'apercevoir facilement que la 'recette de cuisine' qui consiste à amener progressivement à zéro la valeur des échantillons des 10% du début et de la fin de chaque bloc n'offre strictement aucun avantage.(et pourtant on la retrouve dans beaucoup d'articles) Elle ne modifie que très peu la forme du filtre en sin(x)/x et consomme du temps de calcul. Il vaut mieux s'en passer complètement.

Le recouvrement présente aussi quelques inconvénients que vous devriez maintenant pouvoir trouver. (Si vous avez suivi depuis le début).

En dehors de l'analyse spectrale, la TFD, son inverse plus exactement, nous permettra de calculer très simplement les coef. des filtres RIF.

Les maths sont finies, vous pouvez souffler (moi aussi).

La TF utilise une base 'infinie '- les fonctions sinus et cosinus - , nous avons vu que cela présente des inconvénients, principalement sur les signaux impulsionnels. C'est pour cette raison que D.MORLET a introduit les ondelettes (wavelets). Le fonctionnement est identique à la TF mais cette transformée utilise une base construite avec des fonctions 'finies' dérivées d'une ondelette 'mère' que l'on choisit judicieusement. (mother wavelet).

Il existe d'autre transformées : Laplace (vous vous souvenez de la réponse de l'intégrateur RC ?), la transformée en cosinus discret (celle qui compresse vos images JPG). Le standard MPEG4 utilisera les ondelettes.

La TF a aussi d'autres applications dont vous connaissez les résultats : Le diagramme de rayonnement d'une parabole peut se calculer par la TF (à deux dimensions) de « l'image amplitude/phase » du champ électromagnétique sur le réflecteur.

Cette introduction aux notions de base, que j'ai essayé de rendre aussi simple et intuitive que possible, était nécessaire pour nous permettre de construire des blocs de traitement élémentaires en toute sérénité.

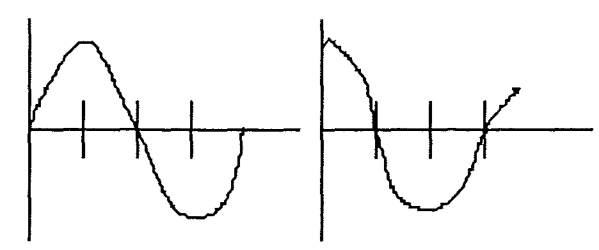
Nous allons maintenant nous y atteler en commençant par générer des signaux simples ce qui nous permettra de comprendre les processus utilisés dans le traitement du signal.

Dans tous les exemples qui suivent, sauf exception mentionnée, nous utiliserons des échantillons de 8 bits non signés (donc de 0 à 255 valeur centrale 128) et une fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz. Les signaux ainsi crées pourront être lus par une carte son permettant de 'toucher du doigt' la réalité de notre travail. Il est supposé que vous avez des notions de programmation en BASIC, particulièrement pour écrire un fichier. Il est recommandé de se procurer le programme COOL EDIT. (attention car il y a qques bugs de représentation dans les spectres) (http://www.syntrillium.com)

➢ GENERATION D'UNE SINUSOIDE.

L'expression 'analogique' du signal sinusoïdal est s(t)=A sin (2 pi F t + phi) , A son amplitude crête, F sa fréquence, phi sa phase à l'origine.

Exemple : Si phi=0 deg : Si phi=90 deg :

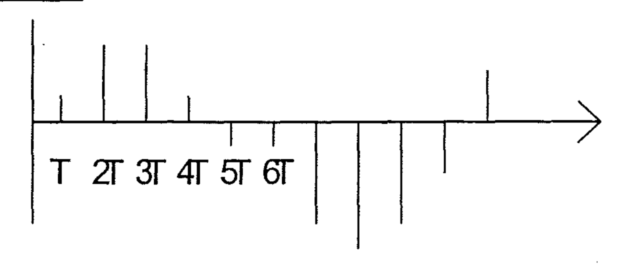


C'est une cosinusoïde car sin(x+90)=cos(x).

En 'numérique', cela se traduit par : (T=1/Fe, n>=0) :

s(nT)=A sin(2 pi nT + phi)

Exemple : si phi=0 :



Partant de cela, créons la suite des échantillons d'un signal sinus à 1000 Hz

- de durée = 2sec,
- d'amplitude c.à c. 254
- et phi = 0

```
for n= 0 to 15999
        ech$=char$(127*sin( 2 *pi * 1000 * n / 8000) +128)
        put ech$ « nom de fichier »
next
```

Utiliser COOL EDIT pour écouter le résultat.

Les valeurs de 'ech' prises à chaque valeur de n représentent la valeur du signal aux instants nT. Le signal dure 2 sec. : (15999+1)/8000=2.

Il y a un piège que tout programmateur averti aura vu : c'est la saturation de la valeur n.

On en sort en constatant que à t=nT on a

w=2 pi 1000 n / 8000

et à t=nT+T on a

(2 pi 1000 (nT+T))/8000 = 2 pi 1000 n / 8000 + 2 pi 1000 T / 8000

= w+ 2 pi 1000 T / 8000

A chaque valeur de n, il suffit donc de faire

w=w+2 pi 1000 . T / 8000 en commençant par w=0.

et, pour éviter la saturation de w :

si (w> 2 pi) w=w - 2 pi. (puisque sin (x+ 2 pi) = sin (x)).

W est un *accumulateur de phase*. Il faut évidement choisir F < Fe/2. La puissance du signal est de -3dB ainsi qu'il a été expliqué dans les notions de base.

➢ GENERATION DE DEUX SINUSOIDES.

s(t)= A1 sin(w1 t) + A2 sin (w2 t),

ce qui se traduit par :

s(nT)=a1 sin (2 pi F1 nT) + a2 sin (2 pi F2 nT)

Exemple : deux sinus. à 1000 et 1400 Hz d'amplitude 127 c.à c. par signal et phase initiale = 0 pour les deux, durée 2 sec:

```
for n= 0 to 15999
        ech$ =char$(63.5*sin( 2 *pi * 1000 * n / +8000)
        + 63.5 * sin( 2 *pi * 1400 * n / 8000)+128)
    put ech$ « nom de fichier »
next
```

Notez que la somme des amplitudes doit rentrer dans la dynamique permise par la taille de l'échantillon. Ici, de 0 à 255.

La puissance de chaque signal sinus est de -9dB, la puissance crête (PEP) du signal est de -3dB, sa puissance moyenne à -6dB.

Remarque : Le calcul de la fonction sinus peut représenter un problème de temps de calcul, il est alors souhaitable de créer des tables de sinus et de cosinus complètes de 0 à 2pi.

Pour 8 bits, ces tables auront 1024 octets de longueur et prendront les valeurs entières entre 0 et 255.

Pour sinus:

w=0 -> ech=128
w=pi/2 -> ech=255
w=pi -> ech=128
w=3pi/2 -> ech=1
Il suffit ensuite de diviser la sortie de la table par l'amplitude souhaitée en considérant que 127==1. Ex: si on veut un signal d'amplitude 0.5, les sorties de la table seront divisées par 2.

Il existe d'autres solutions.

Phase 3D et l'optronique

Jean Louis Rault, F6AGR

Une expérience de communication optique par laser infrarouge a pu être intégrée in extremis à la charge utile du satellite Phase 3D , juste avant son lancement.

P3D a été équipé d'un émetteur optique basé sur une diode laser fonctionnant à la longueur d'onde de 834 nanomètres, c'est-à-dire dans l'infrarouge proche (le domaine visible s'étend du rouge - 750 nm - jusqu'au violet - 400 nm -). Le boitier TO-5 qui protège cette diode comprend également une thermistance et une photodiode servant à la régulation d'amplitude du faisceau lumineux émis, ainsi qu'une jonction à effet Peltier destinée à refroidir la jonction laser.

La puissance lumineuse prévue est de 500 mW (la diode est capable d'émettre 1 W en pointe, avec des impulsions de rapport cyclique 1/2).

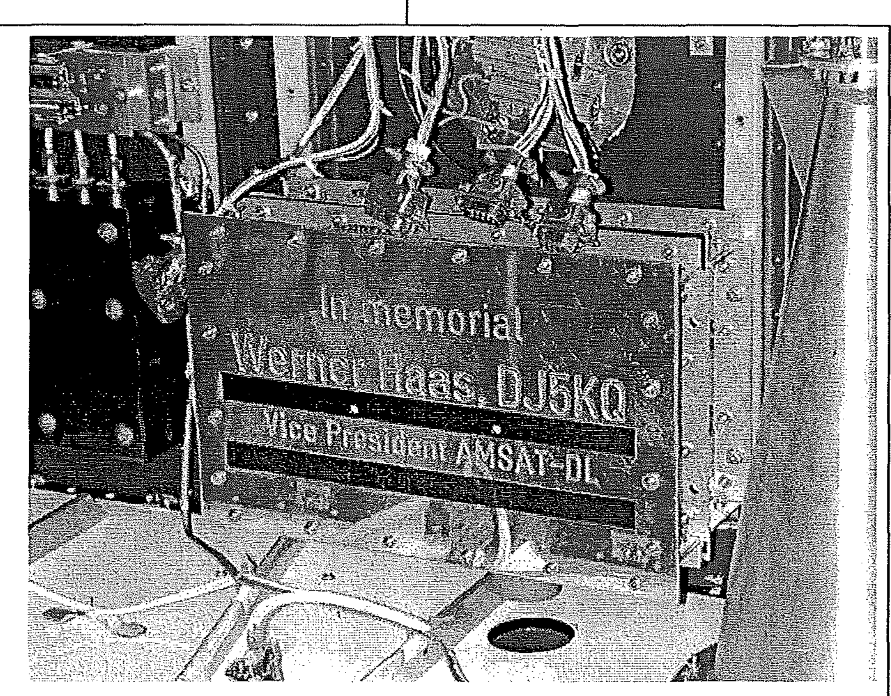


Figure 1 Le coffret laser est dédié à Werner DJ5KQ, qui vient de décéder brutalement le 13 juin dernier. Phase 3D possédera l'indicatif DP0WH en l'honneur de Werner.

La longueur d'onde de 834 nanomètres (qui correspond à une fréquence de 360 térahertz !) correspond au maximum de sensibilité des détecteurs au silicium et autorise l'emploi d'éléments optiques (lentilles, miroirs, etc) classiques, ce qui devrait faciliter la construction amateur d'un récepteur optique au sol. Voilà une occasion révée de rapprocher deux communautés passionnées par le ciel et l'espace: les astronomes amateurs et les radioamateurs par satellite!

Le bilan de liaison prévisionnel établi par Karl DJ4ZC, le responsable de Phase 3D est donné ci-dessous.

En supposant:

- que la source lumineuse rayonne une puissance de 500 mW sous un angle de 2°, ce qui, à l'apogée du satellite, permet d'arroser une surface au sol de 1750 km de diamètre,
- que le récepteur au sol dispose d'une surface collectrice de 25 cm de diamètre,
- qu'il faille recevoir au moins 100 photons de signal utile par bit d'information pour bien le détecter,

le débit d'information possible se monte à 200 bits/seconde.

Il est entendu que les tentatives de réception doivent s'effectuer en conditions de ciel clair et de nuit noire, pour s'affranchir au mieux de toute pollution lumineuse. En ce cas, le bruit à prendre en considération proviendrait uniquement de la lumière du soleil réfléchie éventuellement par le satellite.

En considérant un récepteur optique sensible à des photons isolés (au lieu des 100 quanta/bit cités plus haut), Karl DJ4ZC estime qu'un télescope de 10 cm de diamètre devrait suffire.

Enfin, si l'on considère une émission en télégraphie lente, donc à bas débit d'information, Karl espère qu'une caméra CCD équipée d'une lentille de 25 mm de diamètre pourrait donner des résultats probants.

Quel détecteur optique choisir ?

Les tubes photomultiplicateurs classiques ont un rendement très faible à la longueur d'onde choisie. Les photodétecteurs au silicium produisent au mieux un électron pour chaque quantum de lumière reçu, ce qui pose des problèmes d'amplification pour le moins délicats.

Les diodes au silicium à avalanche qui possèdent un facteur d'amplification tel que 1000 électrons sont produits pour chaque photon reçu restent donc des bonnes candidates pour servir de capteur.

Ces informations générales, qui montrent la faisabilité d'une transmission optique par P3D depuis l'espace nous ont été aimablement communiquées par Peter DB2OS. Qu'il en soit grandement remercié.

Restez à l'affût de toutes les précisions techniques qui vous seront communiquées au fur et à mesure de leur diffusion par l'équipe Phase 3D.

APRS

Jean Louis Rault, F6AGR

Bob WB4APR, l'ardent promoteur de l'APRS poursuit le développement de son microsatellite entièrement dédié à ce mode.

Il se heurte pour le moment à des problèmes de plan de fréquences, puisque les segments de bandes dédiés au packet dans le monde ne sont pas les mêmes selon les différents continents .

Début Octobre, le satellite SUNSAT (Afrique du Sud) procèdera à des démonstrations du mode APRS (Voir les détails sur http://sunsat.ee.sun.ac.za). Ce satellite, de par sa forte puissance rayonnée, est très facile à capter, même en ville avec un petit portable équipé de son antenne fouet en caoutchouc.

Parions que la publicité produite à l'occasion de ces démonstrations va décupler les ventes du seul producteur au monde de petits pockets équipés de décodage packet 9600 bds intégré! Vive le commerce, mais ne s'éloigne-t-on pas de l'esprit de création, de bidouille personnelle et d'expérimentation qui caractérise le radioamateurisme?

Assemblée générale 2000

L'assemblée générale 2000 se déroulera le samedi 21 octobre 2000 à 14h30 au sein du salon Hamexpo à Auxerre. La salle étant située à l'intérieur du salon, il est donc nécessaire d'avoir un laisser passer si vous désirez participer à l'assemblée générale sans visiter le salon. Ce dernier peut être obtenu auprès du président de l'AMSAT-France, le jour de l'assemblée générale.

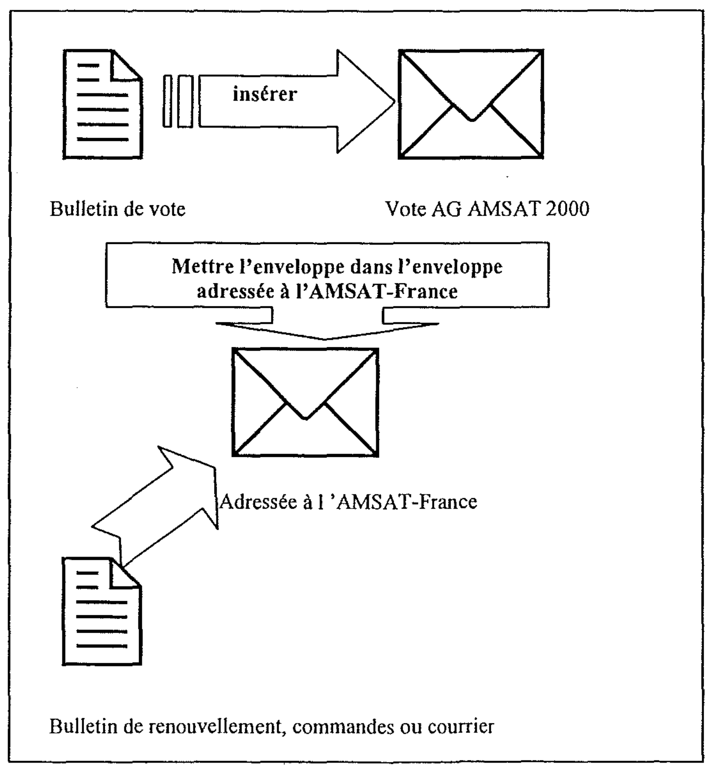
Le programme de l'assemblée générale est le suivant :

- ***14h30 : Rapport moral par le président: Bernard Pidoux (F6BVP)***
- ***14h45 : Rapport financier par le trésorier ; Jean-Louis Rault (F6AGR)***
- ***15h00 : Présentation des candidats au Conseil d'Administration***
- ***15h20 : Présentation des projets en cours :***
  - ***Satedu***
  - ***Phase 3D***
  - ***Projet Balise***
- ***16h00 : Résultat du dépouillement des votes par correspondance.***

Cette année, le vote se fait principalement par correspondance, en effet, la majorité de nos membres sont éloignés de Paris et n'ont pas la possibilité de venir à l'Assemblée Générale. Les années précédentes, quelques personnes récupéraient l'ensemble des procurations ce qui ne constituait ni une solution satisfaisante, ni un modèle de démocratie.

Joint à ce journal, vous trouverez un bulletin de vote anonyme, une enveloppe marquée « Vote AG AMSAT 2000 » et une enveloppe adressée à l'AMSAT-France.

Après avoir rempli votre bulletin de vote, glissez celui-ci dans l'enveloppe marquée « Vote AG AMSAT 2000 ». Fermez cette enveloppe. Cette enveloppe garantit l'anonymat du votant, elle ne possède pas de signe distinctif. Glissez celle-ci dans l'enveloppe comportant l'adresse de l'AMSAT-France. N'utilisez que cette enveloppe pour le retour du bulletin de vote, son étiquette contient un numéro permettant d'identifier le votant. Vous pouvez ajouter votre bulletin d'adhésion dans cette enveloppe.



Le vote consiste à élire les membres du Conseil d'Administration de l'AMSAT-France, à voter les rapport moral et financier de l'AMSAT-France et enfin les motions.

Cette année, le membre du CA sortant est :

- Christophe Mercier,

Les postulants sont :

Christophe Candebat F1MOJ :

- Rédacteur du dossier P3D
- Membre du radio-club RCNEG
- Membre du Réseau des Emetteurs français
- Membre de l'AMSAT-France
- Actif en Packet radio + APRS, SSTV, RX RTTY/CW/SSTV HF

Eric Heidrich F5TKA :

- Responsable du Radio-Club F6KTC de Corbeil-Essonnes de 85 à 89
- QSL Manager du département de l'Essonne de 85 à 96
- Responsable du Défense du Droit à l'Antenne au niveau départemental (avec procès gagné!)
- Animateur de stands lors de manifestations (Sciences en Fête, Palais de la Découverte, La Villette, ...)
- Membre de l'ADRASEC
- Membre du Réseau des Emetteurs français
- Membre de l'Union Française des Télégraphistes
- Membre de l'AMSAT-France

L'AMSAT-France est composée de 505 membres actifs, le nombre de membres au sein du Conseil d'Administration doit donc être de 8 membres, soit un membre de plus qu'auparavant . Par conséquent, **deux** postes sont à pourvoir.

Cette année, les motions suivantes sont proposées :

Motion 1 :

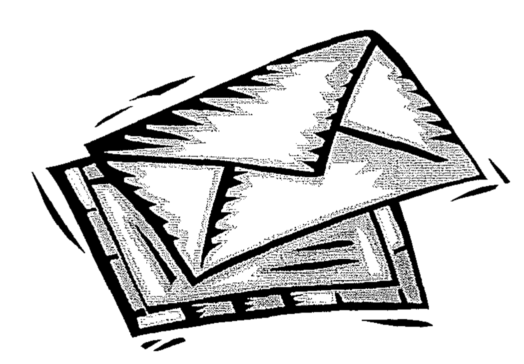
- les membres fondateurs de l'Amsat-France deviennent membres d'honneur de l'AMSAT-France.

Motion 2 :

- Le montant de la cotisation annuelle passe de 50 Francs par an à 60 Francs par an à partir du 1er Janvier 2001.

Nous vous demandons de retourner votre bulletin de vote rempli IMPERATIVEMENT avant le 19 octobre 2000.

Pour un certain nombre d'entre vous, le bulletin de renouvellement est joint avec ce JAF, n'oubliez pas de le retourner en même temps. Seul les votes des membres à jour de leur cotisation seront pris en compte.



Le rapport financier AMSAT-France 2000

Jean Louis Rault, F6AGR

Le rapport financier 2000 de l'association couvre la période s'étendant du 24/10/1999 au 01/10/2000 inclus.

➢ Contexte

L'AMSAT-France est restée fidèle cette année, pour la quatrième année consécutive depuis sa naissance, à une politique budgétaire qui se caractérise :

- par le montant peu élevé de sa cotisation (50 FF par an),
- par un financement de ses projets basé sur la vente de documents, manuels et logiciels relatifs à l'activité radioamateur par satellite
- par la recherche de subventions et de sponsors.

➢ Bilan de l'année

Au 01/10/2000, l'AMSAT-France compte **505** membres actifs.

Les réserves à la même date se montent à 77565, 23 FF. Le tableau ci-après donne un aperçu des grands postes de l'an 2000.

Catégorie	QSL FX0STB	SATEDU	ARISS	Ballon	Interne	Total
REVENUS						
Partenariat						
Ressources internes					21566,15	21566,15
TOTAL REVENUS					21566,15	21566,15
DEPENSES						
Communication	995	1994,75			16238,72	19228,47
Déplacements			4373,26		1652,26	6025,52
Divers		776,8			2073,93	2850,73
Electronique		540,85		1706,49		2247,34
Equipement du club					735,66	735,66
Frais d'utilisation du local					2000	2000
TOTAL DEPENSES	995	3312,4	4373,26	1706,49	22700,57	33087,72
					BILAN 2000	-11521,57

Côté dépenses, cette année se caractérise par les points suivants :

- SATEDU : les 2/3 du budget alloué à ce programme (soit 20 kF sur les 30 prévus) ont été dépensés (en intégrant une facture de 17 kF qui est en cours de réglement pour la réalisation de l'ordinateur de gestion de bord),
- ARISS : ce poste non budgété l'année dernière a été créé pour gérer les dépenses liées à l'engagement de l'AMSAT-F aux côtés du groupe ARISS Europe fondé cette année,
- BALLON : ces dépenses ont servi à développer et à produire des cartes de télémesures embarquables sur ballons . Cet équipement sera proposé à la vente pour financer des projets AMSAT-F,
- INTERNE : ce poste couvre la vie habituelle de l'association, à savoir la production et la diffusion de la Lettre et du Journal de l'AMSAT-F, les frais liés aux salons et aux expéditions, l'acquisition de fournitures (papier, enveloppes, disquettes, ...). Le Bureau est actuellement hébergé par le Radio-Club F6KFA de Rueil-Malmaison et a versé à ce titre un montant forfaitaire de 2 kF pour l'année, qui couvre l'ensemble des frais d'occupation du local (chauffage, électricité, téléphone, etc).

Côté recettes, on constatera que seules les cotisations et les ventes de fournitures (documentations et logiciels) ont alimenté cette année la caisse de l'association. Une subvention de la mairie de Rueil Malmaison est attendue.

La vente de fournitures stagne dans la mesure où les produits, bien que toujours d'actualité et bien utiles pour le trafic par satellite, se renouvellent peu et que de nombreux adhérents se sont déjà équipés. Pour ces produits là, une seule solution : augmenter le nombre d'adhérents ! Espérons que la mise sur orbite de Phase 3D va générer un attrait soudain pour les activités spatiales et va donc induire une marée d'adhésions nouvelles ! La proposition de produits nouveaux (tee-shirt, tampon encreur par exemple) n'a rencontré pratiquement aucun écho. Seront bientôt proposés pour les bricoleurs une carte de transmission de télémesures pour ballon et un logiciel complet de décodage de télémétrie de Phase 3D.

On constate que le bilan 2000 fait apparaître un solde négatif de 11521,57 FF.

L'association s'est engagée cette année au côté des autres pays européens pour créer et faire vivre le groupe ARISS Europe. Le matériel européen déjà livré à bord de la Station Spatiale Internationale (ISS) est d'origine essentiellement italienne (antennes) et allemande (packet, perroquet). L'AMSAT-F, aux cours des réunions de Noordwijk et Friedrichafen, a proposé un projet de télévision numérique à bas débit (voir Lettre n° 5 de janvier/février 2000). Le noyau dur de l'association étant totalement engagé dans le développement de SATEDU, il est entendu que ce projet ne peut vivre techniquement que si des volontaires nouveaux le prennent en charge. En l'absence de renfort, l'équipe AMSAT-F abandonnera toute participation dans le programme ARISS et la France restera donc absente de ce beau programme spatial.

Le résultat négatif 2000 ne met pas en péril l'association. Qu'il serve cependant à tous de signal d'alarme, de « signal fort », comme disent les politiques : chacun doit s'interroger sur ce qu'il peut faire pour être moteur dans les activités de l'association : trouver des adhérents, des sponsors, promouvoir les activités spatiales, être volontaire s'impliquer personnellement dans les projets AMSAT-F. Le minuscule groupe de bénévoles actifs ne peut plus mener de front (au détriment de sa famille et de son travail) le développement d'un satellite, la création de projets pour ARISS, la recherche de financements, la rédaction d'articles et la diffusion de nouvelles par le biais de deux publications, d'un site Internet et d'une liste de diffusion, la participation à des salons, etc, etc ... Qu'on se le dise !

Initiation au mouvement des satellites (Partie VI)

Christophe Mercier

Après une longue interruption de cette série d'articles, nous reprenons l'initiation aux mouvements des satellites. Dans l'article précédent, nous avons pu déterminer à partir des éléments képlériens, la durée moyenne d'une orbite et calculer dans le cas d'une orbite circulaire l'altitude du satellite. Dans le cas d'une orbite elliptique, la formule utilisée dans le précédent article calcule en fait le demi grand axe de l'ellipse **a**.

A partir du demi grand axe et de l 'excentricité, il est possible de calculer le périgée et l'apogée du satellite.

$$Périgée = a(1-e)$$

$$apogée = a(1+e)$$

ou e = excentricité et a = est le demi grand axe de l'ellipse

Dans notre cas nous avons :

a = 6748111,97 m et e = 0,00014981

D'ou périgée = 6747101,03 et apogée = 6749122,9
Soit périgée = 379,7 km et apogée = 381,7 km

Le calcul de la vitesse tangentielle est quant à lui un peu plus difficile à calculer, dans le cas d'une orbite circulaire nous avons démontré dans l'article « Initiation au mouvement des satellites – partie II » paru dans le JAF 2 que la vitesse d'un satellite était liée uniquement à la distance entre le satellite et la Terre.

Elle se calcule par la formule :

$$V = \sqrt{\frac{KM}{d}}$$

Dans le cas d'une orbite elliptique, la formule devient :

$$V = \sqrt{KM(\frac{2}{d} - \frac{1}{a})}$$

Ou d est la distance entre le satellite et le centre de la terre et a le demi grand axe de l'ellipse .

La calcul de la vitesse tangentielle à l'apogée et au périgée se fait par le remplacement de d par la valeur de l'apogée et la valeur du périgée soit

Vapogée = 7686,16379 m/s

et Vpérigée = 7687,31534 m/s

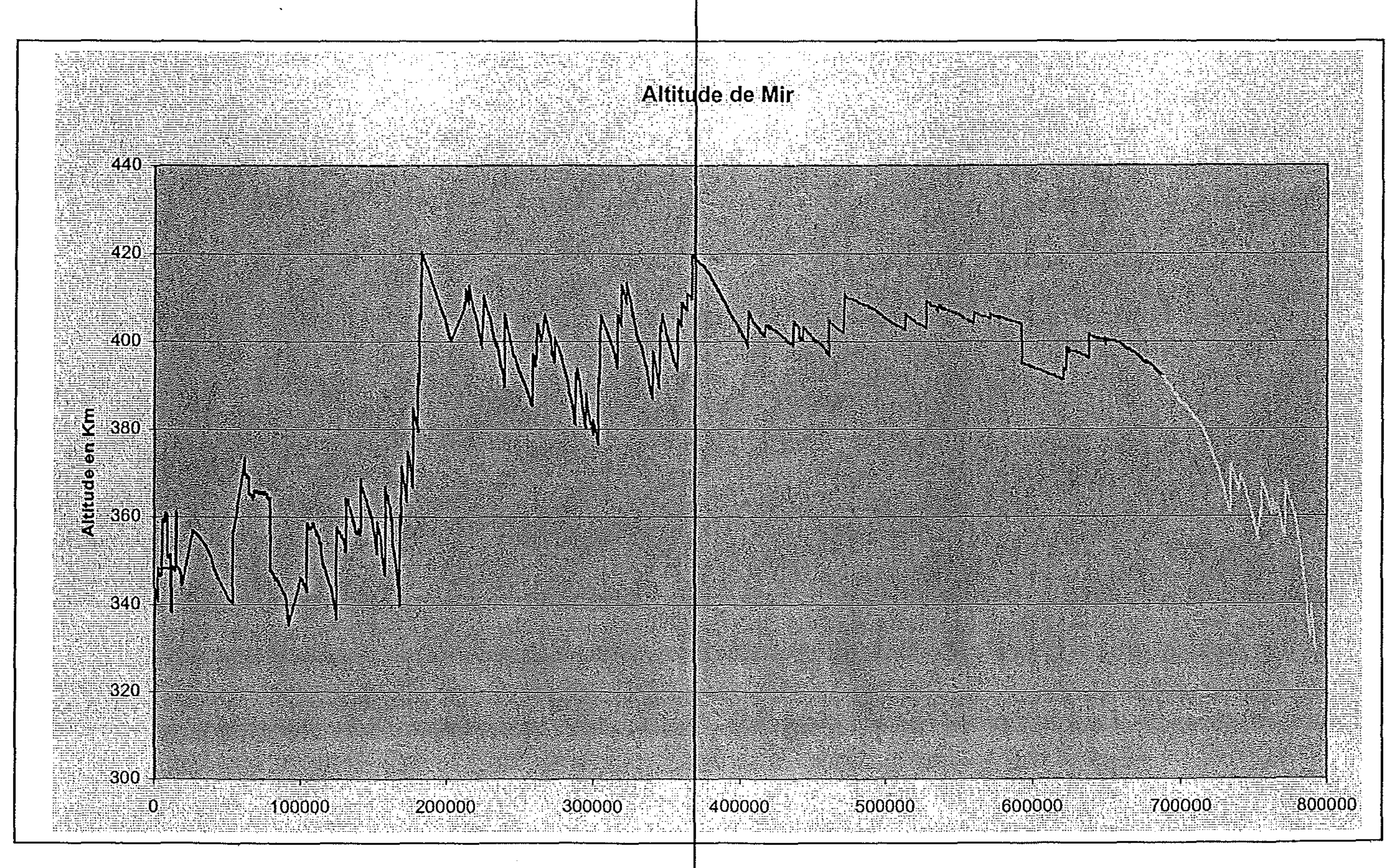
Nous venons au terme nos calculs, la question que l'on peut se poser est à quoi peuvent servir ces calculs ? En fait cela permet par exemple :

- à partir de la vitesse tangentielle de calculer le doppler,
- de connaître l'affaiblissement d'un signal,
- de déterminer le temps de visibilité du satellite,
- …

Avant de continuer, voici ci-contre un graphique représentant l'altitude de MIR depuis son lancement jusqu'a fin décembre 1999. Une étude de cette courbe fait apparaître que cette dernière est irrégulière. L'altitude de MIR tend à descendre régulièrement nécessitant une remise à poste de MIR et son maintien à poste. Il est intéressant de se poser la question pourquoi ?

- En fait la réponse tient dans le fait que nous avons considéré que nous étions dans un monde parfait, or il existe de nombreuses imperfections telles que :
- la terre est aplatie et irrégulière,
- le vide n'est pas parfait, les restes d'atmosphère et de particules provoquent des frottements,
- la Terre n'est pas la seule planète exerçant une force d'attraction,
- la pression du vent solaire..

à suivre…



PSKDEC ? Impec !

Jean-L. RAULT F6AGR

Dans le cadre de la saga SPOUTNIK 42 / RS-19, Ghislain F1HDD et Christophe Mercier avaient travaillé en 1998 sur un projet de logiciel de décodage de trames BPSK 400 b/sec destiné aux stations-sol. Le satellite RS-19 devait en effet, outre des messages vocaux, émettre régulièrement des données alphanumériques. Pour que ces messages numériques puissent être facilement reçus et décodés par le plus grand nombre, il avait été décidé de développer un logiciel simple d'utilisation et facilement implémentable sur tout PC équipé d'une simple carte son.

L'abandon de RS-19 fit que ce logiciel, faute d'emploi, ne reçut pas de large publicité.

Le lancement imminent du satellite Phase 3D replace ce logiciel sur le devant de la scène !

En effet, conçu pour décoder toutes transmissions numériques au format AMSAT Phase 3 (format déjà utilisé pour AO-10, AO-13 et RS-19), ce logiciel de décodage est un outil puissant permettant d'exploiter les futurs messages de télémétrie du satellite Phase 3D. Nul besoin de modem hardware entre le récepteur et le PC : une simple liaison BF entre la sortie audio du récepteur et l'entrée de la carte son du PC suffit.

L'algorithme de décodage comporte une boucle de Costas, une fonction de récupération d'horloge ainsi que les traitements nécessaires à la synchronisation et au stockage des données reçues.

La version actuelle développée par Ghislain et nommée PSKDEC, tourne sous DOS et s'utilise en deux temps : phase d'enregistrement des signaux audio reçus dans un fichier de type wav, puis traitement par PSKDEC de ce fichier son, avec affichage à l'écran des données décodées et stockage de ces mêmes données dans un fichier bin pour exploitation ultérieure.

Une version WPSKDEC, que Christophe est actuellement en train de mettre au point, devrait tourner en temps réel directement sous Windows 9x.

Pour vérifier la robustesse de PSKDEC dans des conditions réelles d'utilisation spatiale, Jean-Louis F6AGR a procédé récemment sur l'air à une série d'essais via satellite. Pour ce faire, il a mis à contribution, lors d'un week end de fort trafic, le satellite japonais FO-20 qui possède un relais linéaire fonctionnant en mode J.

Une série de trames PSK, générée par un premier PC, a été émise sur 145 MHz en direction du satellite en utilisant la partie émission BLU d'un transceiver ICOM IC-821H (le microphone du transceiver étant simplement placé devant l'un des haut-parleurs du PC). Les signaux retransmis par le satellite sur 435 MHz, captés par le récepteur de l'IC-821H ont été simultanément enregistrés sur le disque dur d'un deuxième PC en utilisant la fonction Magnétophone de Windows 95. Dans un deuxième temps, les fichiers ont été moulinés par PSKDEC. Les résultats sont …concluants !

Malgré un fort QSB découpant le signal PSK reçu (des sautes brusques d'amplitude supérieures à 20 dB ont été mesurées, sautes sans doute dûes à la CAG du satellite qui réagissait vivement aux nombreuses émissions VHF reçues en survolant l'Europe), on a pu constater que PSKDEC décodait les trames de test sans erreur.

PSKDEC s'est également bien comporté vis-à-vis des sauts automatiques de fréquence du récepteur (recalages rendus indispensables du fait du fort effet Doppler affectant les signaux UHF sur la voie descendante du satellite).

A noter qu'avant de lancer le décodage du fichier son enregistré, il faut indiquer à PSKDEC la fréquence centrale du signal PSK reçu. Sa plage de capture est en effet de ± 25 Hz. Cette mesure de Fo a été effectuée avec le logiciel d'analyse spectrale CoolEdit. Une fois le logiciel vérrouillé sur le signal incident, ce dernier assure automatiquement la poursuite grâce à un VCO logiciel qui supporte bien les dérives de fréquence.

Enfin, dernière vérification validant l'ensemble du système, un test de décodage de signaux de télémétrie REELLEMENT émis par Phase 3D (au sol !) a pu être effectué, Norbert FY1DW nous ayant transmis de Kourou un fichier son contenant des messages réels transmis par l'émetteur laser du satellite .Les résultats sont visibles sur la figure ci-dessous qui comporte deux fenètres distinctes. Le bas de la figure représente l' analyse spectrale des signaux reçus en provenance du laser de P3-D (l'axe horizontal représente le temps, l'axe vertical est celui des fréquences). Le haut de la figure est le résultat affiché par PSKDEC.Les premières lignes sont consacrées aux paramètres du logiciel, et le message décodé apparaît en clair au centre.

"HI, THIS IS AMSAT P3-D 2000-09-22 16:17:09 #0186"

Phase 3D était sous tension à Kourou le 22 septembre 2000 à 16h 17 minutes et 9 secondes...Souhaitons que ce genre de message nous tombe très bientôt du ciel!

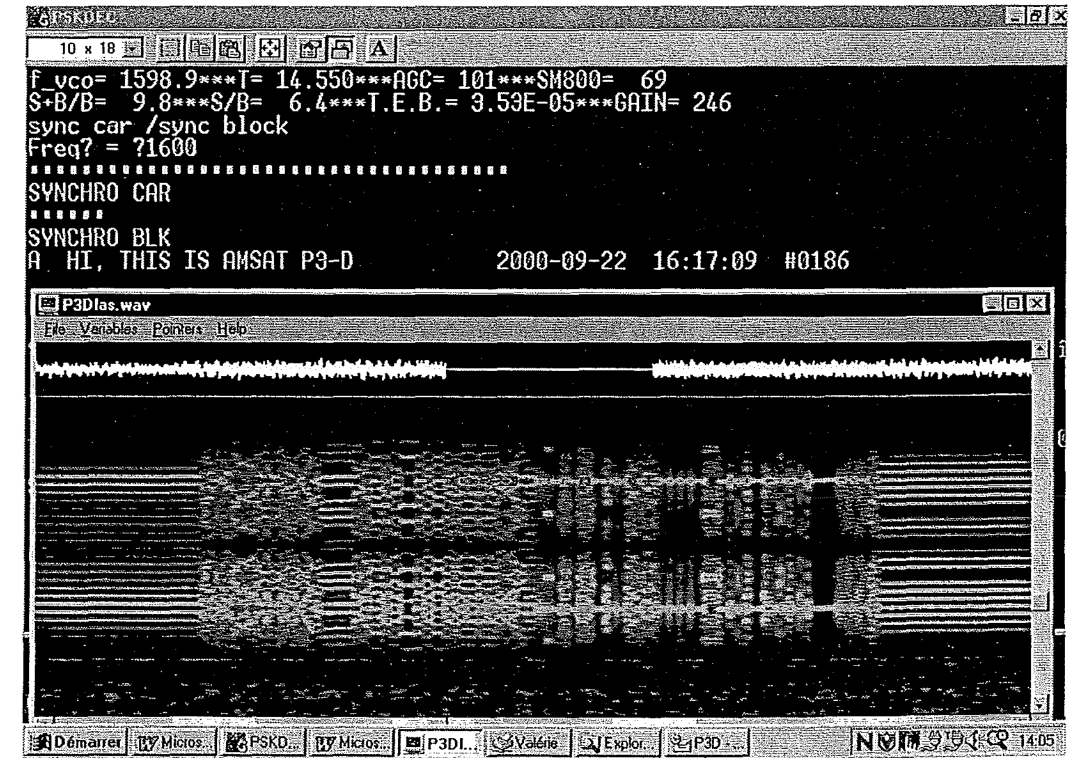


Figure 2: Signaux PSK transmis par l'émetteur laser de Phase 3D et décodés par PSKDEC